

T S3/5/1

3/5/1

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI
(c) 2005 Thomson Derwent. All rts. reserv.

013407213

WPI Acc No: 2000-579151/200054

XRAM Acc No: C00-172350

XRPX Acc No: N00-428598

Composite material for synthetic sleeper, comprises filled resin with core layer containing filler, thermosetting resin and reinforcing fiber
Patent Assignee: SEKISUI CHEM CO LTD (SEKI)

Inventor: MATSUO R; MOTOI K; MURANAKA T; MURATA T

Number of Countries: 007 Number of Patents: 004

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
WO 200050233	A1	20000831	WO 99JP6747	A	19991201	200054 B
EP 1114719	A1	20010711	EP 99973713	A	19991201	200140
			WO 99JP6747	A	19991201	
JP 2000600832	X	20020611	WO 99JP6747	A	19991201	200253
			JP 2000600832	A	19991201	
US 6605343	B1	20030812	WO 99JP6747	A	19991201	200355
			US 2000673692	A	20001213	

Priority Applications (No Type Date): JP 99245318 A 19990831; JP 9943171 A 19990222; JP 9972296 A 19990317; JP 99106649 A 19990414; JP 99212306 A 19990727; JP 99216963 A 19990730

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
WO 200050233	A1	J	B32B-005/28	

Designated States (National): JP US

Designated States (Regional): DE FR GB IT NL

EP 1114719 A1 E B32B-005/28 Based on patent WO 200050233

Designated States (Regional): DE FR GB IT NL

JP 2000600832 X B32B-005/28 Based on patent WO 200050233

US 6605343 B1 B32B-027/12 Based on patent WO 200050233

Abstract (Basic): WO 200050233 A1

NOVELTY - A composite material comprises a filler and a synthetic resin, with a core layer containing a filler weighing at least 0.7 times the product of the volume of the core layer and the bulk density of the filler and a thermosetting resin reinforced by long fibers parallel to each other in a longitudinal direction.

DETAILED DESCRIPTION - A composite material provided with a surface layer that is laminated so as to cover at least one face in a thickness direction of the core layer.

USE - Synthetic sleeper.

pp; 0 DwgNo 0/0

Title Terms: COMPOSITE; MATERIAL; SYNTHETIC; SLEEPER; COMPRISE; FILLED; RESIN; CORE; LAYER; CONTAIN; FILL; THERMOSETTING; RESIN; REINFORCED

Derwent Class: A93; P73; Q41

International Patent Class (Main): B32B-005/28; B32B-027/12

International Patent Class (Additional): E01B-003/44

File Segment: CPI; EngPI

?

THIS PAGE BLANK (USPTC.

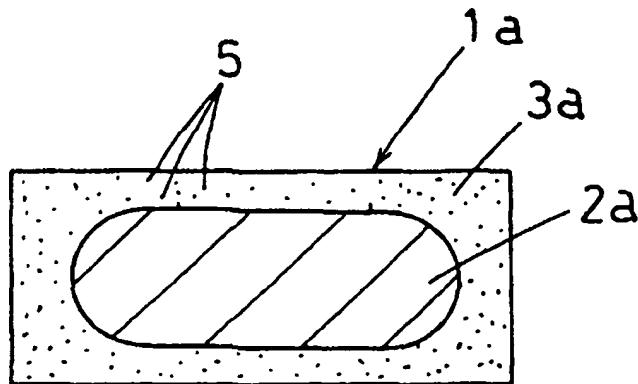
PCT

特許協定条約に基づいて公開された国際

(51) 国際特許分類7 B32B 5/28, E01B 3/44	A1	(11) 国際公開番号 WO00/50233
		(43) 国際公開日 2000年8月31日(31.08.00)
(21) 国際出願番号 PCT/JP99/06747		(72) 発明者；および (75) 発明者／出願人(米国についてのみ) 本居孝治(MOTOI, Koji)[JP/JP] 松尾龍一(MATSUO, Ryuichi)[JP/JP] 村中 健(MURANAKA, Takeshi)[JP/JP] 村田 匠(MURATA, Takumi)[JP/JP] 〒601-8105 京都府京都市南区上鳥羽上調子町2-2 積水化学工業株式会社内 Kyoto, (JP)
(22) 国際出願日 1999年12月1日(01.12.99)		(74) 代理人 杉本勝徳(SUGIMOTO, Katsunori) 〒543-0051 大阪府大阪市天王寺区四天王寺 1丁目14番22号 Osaka, (JP)
(30) 優先権データ 特願平11/43171 特願平11/72296 特願平11/106649 特願平11/212306 特願平11/216963 特願平11/245318 1999年2月22日(22.02.99) 1999年3月17日(17.03.99) 1999年4月14日(14.04.99) 1999年7月27日(27.07.99) 1999年7月30日(30.07.99) 1999年8月31日(31.08.99)	JP JP JP JP JP JP	(81) 指定国 JP, US, 欧州特許 (DE, FR, GB, IT, NL)
(71) 出願人(米国を除くすべての指定国について) 積水化学工業株式会社 (SEKISUI CHEMICAL CO., LTD.)[JP/JP] 〒530-8565 大阪府大阪市北区西天満2-4-4 知的財産センター Osaka, (JP)		添付公開書類 国際調査報告書

(54) Title: COMPOSITE MATERIAL AND SYNTHETIC SLEEPER USING THE COMPOSITE MATERIAL

(54) 発明の名称 複合材料およびこの複合材料を用いた合成枕木



(57) Abstract

A composite material consisting of a filler and a synthetic resin, comprising a core layer containing a filler weighing at least 0.7 times the product of a volume of the core layer and a bulk density of the filler and a thermosetting resin reinforced by long fibers parallel to each other in a longitudinal direction, wherein a surface layer is provided that is laminated so as to cover at least one face in a thickness direction of the core layer.

充填材と合成樹脂とからなり、芯層体積と充填材嵩密度との積に対して0.7倍以上の重量の充填材を含有する芯層と、長手方向に平行な長纖維によって補強された熱硬化性樹脂からなり、前記芯層の少なくとも厚み方向の一方の面を被覆するように積層された表面層とを備えている構成とした。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AG	アンティグア・バーブーダ	DZ	アルジェリア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AL	アルバニア	EE	エストニア	LI	リヒテンシタイン	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	FR	フランス	LS	レソト	SK	スロヴァキア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LT	リトアニア	SL	シェラ・レオネ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GE	グルジア	MA	モロッコ	TD	チャード
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴー
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MD	モルドavia	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BR	ブラジル	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR	トルコ
BY	ベラルーシ	GW	ギニア・ビサオ		共和国	TT	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	HR	クロアチア	ML	マリ	TZ	タンザニア
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CG	コンゴー	ID	インドネシア	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CH	スイス	IE	アイルランド	MW	マラウイ	US	米国
C1	コートジボアール	IL	イスラエル	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CM	カメルーン	IN	インド	MZ	モザンビーク	VN	ベトナム
CN	中国	IS	アイスランド	NE	ニジニヤル	YU	ユーゴースラヴィア
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NL	オランダ	ZA	南アフリカ共和国
CU	キューバ	JP	日本	NO	ノールウェー	ZW	ジンバブエ
CY	キプロス	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド		
CZ	チェコ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KR	韓国	RO	ルーマニア		

明細書

複合材料およびこの複合材料を用いた合成枕木

技術背景

本発明は、複合材料およびこの複合材料を用いた合成枕木に関する。

5

背景技術

外観的に天然木材と類似しており、また物性的に天然木材と同等以上の性能を示す繊維強化された発泡熱硬化性樹脂成形品が建材、構造部材、枕木、水回り板材等の構造体として使用されている。

従来のこの種の発泡熱硬化性樹脂成形品は、特公昭52-2421号公報や特開平5-237947号公報等に開示されているように、板状または棒状の成形品本体が、発泡熱硬化性樹脂液を発泡硬化させて形成されていて、この成形品本体内に長繊維のガラス繊維が補強繊維として長手方向に引き揃えられて略平行に並んで分散されている。

しかし、上記従来の発泡熱硬化性樹脂成形品は、補強繊維が長手方向に引き揃えられて成形品本体内に略平行に並んで分散されているため、長手方向に直交する曲げ応力に対し十分な強度を備えているのであるが、たとえば、釘打ちなどの際に補強繊維に平行な方向にひびや割れが生じやすいと言う欠点、あるいは、釘の引抜き強度が低いと言う欠点がある。

そこで、50重量%以下の充填材が分散された発泡熱硬化性樹脂からなる芯層の表面に、補強繊維が長手方向に引き揃えられて略平行に並んで分散されている発泡熱硬化性樹脂からなる表面層が積層された複合材料が提案されている（特開平5-138797号公報参照）。

すなわち、この複合材料の場合、圧縮強度の優れた芯層を表面層で挟んだサンドイッチ構造にすることによって圧縮強度や釘打ち性能を改善しようとしている。

しかしながら、この複合材料の場合、図17に示すように、芯層100を構成する充填材200と充填材200との間に熱硬化性樹脂層300が存在するため

、圧縮強度や釘打ち性能の向上が不十分であると言う問題がある。

また、大きく撓ませたり繰り返し曲げた場合、熱硬化性樹脂層 300 が破壊してしまうと言う問題がある。

本発明は、このような事情に鑑みて、より圧縮強度や釘打ち性能の向上が望める複合材料およびこの複合材料を用いた合成枕木を提供することを目的としている。

発明の開示

このような目的を達成するために、請求の範囲第 1 項に記載の発明にかかる複合材料（以下、「請求の範囲第 1 項の複合材料」と記す）は、充填材と合成樹脂とからなり、芯層体積と充填材嵩密度との積に対して 0.7 倍以上の重量の充填材を含有する芯層と、長手方向に平行な長繊維によって補強された熱硬化性樹脂からなり、前記芯層の少なくとも厚み方向の一方の面を被覆するように積層された表面層とを備えている構成とした。

請求の範囲第 2 項に記載の発明にかかる複合材料（以下、「請求の範囲第 2 項の複合材料」と記す）は、充填材と合成樹脂とからなり、芯層体積と充填材嵩密度との積に対して 0.7 倍以上の重量の充填材を含有する芯層と、長手方向に平行な長繊維によって補強された軽量充填材を含む熱硬化性樹脂からなり、前記芯層の少なくとも厚み方向の一方の面を被覆するように積層された表面層とを備えている構成とした。

請求の範囲第 3 項に記載の発明にかかる複合材料（以下、「請求の範囲第 3 項の複合材料」と記す）は、請求の範囲第 1 項または請求の範囲第 2 項の複合材料において、表面層の密度を 0.3 g/cm^3 以上 1.5 g/cm^3 以下にした。

請求の範囲第 4 項に記載の発明にかかる複合材料（以下、「請求の範囲第 4 項の複合材料」と記す）は、請求の範囲第 1 項～請求の範囲第 3 項のいずれかの複合材料において、曲げ弾性率が 6000 MPa 以上、曲げ強度が 100 MPa 以上の表面層を備えるようにした。

請求の範囲第 5 項に記載の発明にかかる複合材料（以下、「請求の範囲第 5 項

の複合材料」と記す)は、請求の範囲第1項～請求の範囲第4項のいずれかの複合材料において、平均粒径が0.5mm以上の充填材を用いるようにした。

請求の範囲第6項に記載の発明にかかる複合材料(以下、「請求の範囲第6項の複合材料」と記す)は、請求の範囲第1項～請求の範囲第5項のいずれかの複合材料において、充填材として、横軸に粒径、縦軸に各粒径毎の充填材の全充填材に対する体積率をプロットした粒径分布曲線上で、8体積%以上を占めるピークエリアが2つ以上あり、かつ、小径側の8体積%以上のピークエリアの最多粒径値が、このピークエリアより大径側のつぎの8体積%以上のピークエリアの最多粒径値の0.7以下となる粒度分布を備えているものを用いるようにした。

請求の範囲第7項に記載の発明にかかる複合材料(以下、「請求の範囲第7項の複合材料」と記す)は、請求の範囲第1項～請求の範囲第6項のいずれかの複合材料において、芯層を構成する合成樹脂として熱硬化性樹脂を用いるようにした。

請求の範囲第8項に記載の発明にかかる複合材料(以下、「請求の範囲第8項の複合材料」と記す)は、請求の範囲第1項～請求の範囲第6項のいずれかの複合材料において、芯層を構成する合成樹脂として熱可塑性樹脂を用いるようにした。

請求の範囲第9項に記載の発明にかかる複合材料(以下、「請求の範囲第9項の複合材料」と記す)は、請求の範囲第1項～請求の範囲第7項のいずれかの複合材料において、芯層を構成する合成樹脂として、ポリオール当量が230以上1500以下である熱硬化ポリウレタン樹脂発泡体、または、密度が0.3g/cm³以上でポリオール当量が1500以下である熱硬化ポリウレタン樹脂発泡体を用いるようにした。

請求の範囲第10項に記載の発明にかかる複合材料(以下、「請求の範囲第10項の複合材料」と記す)は、充填材と合成樹脂とからなる芯層と、合成樹脂発泡体からなり、前記芯層の少なくとも厚み方向の一方の面を被覆するように積層された表面層とを備える複合材料において、前記芯層の曲げ撓みの変化に伴う曲

げ応力の変化曲線は、その接線の傾きが、曲げを始めた時点から徐々に減少していくが、負の値になる前に再び増加する特異点を備えている構成とした。

請求の範囲第11項に記載の発明にかかる複合材料（以下、「請求の範囲第11項の複合材料」と記す）は、請求の範囲第10項の複合材料において、合成樹脂発泡体として、長手方向に平行な長繊維によって補強された熱硬化性樹脂発泡体を用いるようにした。

請求の範囲第12項2記載の発明にかかる複合材料（以下、「請求の範囲第12項の複合材料」と記す）は、請求の範囲第10項または請求の範囲第11項の複合材料において、特異点での芯層の撓みが0.8%以下となるようにした。

請求の範囲第13項に記載の発明にかかる複合材料（以下、「請求の範囲第13項の複合材料」と記す）は、請求の範囲第10項～請求の範囲第12項のいずれかの複合材料において、特異点での撓みからさらに撓ませる時の芯層の曲げ弾性率が800 MPa以上である構成とした。

請求の範囲第14項に記載の発明にかかる複合材料（以下、「請求の範囲第14項の複合材料」と記す）は、請求の範囲第1項～請求の範囲第13項のいずれかの複合材料において、芯層が、複数の芯層形成材料層から形成されている構成とした。

請求の範囲第15項に記載の発明にかかる複合材料（以下、「請求の範囲第15項の複合材料」と記す）は、請求の範囲第14項の複合材料において、芯層形成材料層の1つを、長手方向に平行な長繊維によって補強された熱硬化性樹脂または長手方向に平行な長繊維によって補強された軽量充填材を含む熱硬化性樹脂によって形成した。

請求の範囲第16項に記載の発明にかかる複合材料（以下、「請求の範囲第16項の複合材料」と記す）は、合成樹脂を主成分とする芯層と、長手方向に平行な長繊維によって補強された発泡熱硬化性樹脂または長手方向に平行な長繊維によって補強された弾性合成樹脂からなり、芯層の厚み方向の両面を被覆するよう積層された表面層とを備え、芯層と、表面層とが、 $CS_a \geq 1/2 \times CS_b$ 、 E

$a < E_b$ 、 $E_Sa \geq 1/2 \times E_Sb$ の各式（式中、 CSa は芯層の圧縮降伏歪み、 CSb は表面層の圧縮降伏歪み、 Ea は芯層の引張り弾性率、 Eb は表面層の引張り弾性率、 ESa は芯層の引張り降伏歪み、 ESb は表面層の引張り降伏歪みをあらわす）を満足する関係を備えている構成とした。

5 請求の範囲第 17 項に記載の発明にかかる複合材料（以下、「請求の範囲第 17 項の複合材料」と記す）は、請求の範囲第 16 項の複合材料において、 $0.005 \leq CSa$ 、 $50 \text{ MPa} \leq Ea$ 、 $0.005 \leq ESa$ 、 $0.01 \leq CSb$ 、 $500 \text{ MPa} \leq Eb \leq 18000 \text{ MPa}$ 、 $0.01 \leq ESB$ を満足させるようにした。

10 請求の範囲第 18 項に記載の発明にかかる複合材料（以下、「請求の範囲第 18 項の複合材料」と記す）は、請求の範囲第 1 項～請求の範囲第 17 項のいずれかの複合材料において、芯層の圧縮剪断強度 DBa が 5 MPa 以上である構成とした。

15 請求の範囲第 19 項に記載の発明にかかる複合材料（以下、「請求の範囲第 19 項の複合材料」と記す）は、請求の範囲第 1 項～請求の範囲第 18 項のいずれかの複合材料において、芯層と表面層とが、非発泡熱硬化性樹脂または低発泡樹脂を含む中間層を介して接着一体化されている構成とした。

20 請求の範囲第 20 項に記載の発明にかかる複合材料（以下、「請求の範囲第 20 項の複合材料」と記す）は、請求の範囲第 19 項の複合材料において、破断面が中間層部分になるように表面層の長繊維の繊維方向に平行な圧縮力を加えたときの、中間層部分の圧縮剪断強度が 6 MPa 以上、または、表面層の圧縮剪断強度が 6 MPa 以上かつ芯層の圧縮剪断強度が 6 MPa 以上で、破断面が中間層部分になるように表面層の長繊維の繊維方向に平行な圧縮力を加えたとき表面層または芯層のいずれか一方がまず破壊される物性を備えている構成とした。

25 請求の範囲第 21 項に記載の発明にかかる複合材料（以下、「請求の範囲第 21 項の複合材料」と記す）は、請求の範囲第 19 項または請求の範囲第 20 項の複合材料において、中間層中に、樹脂含浸性シート状体を介在させるようにした。

請求の範囲第 2 2 項に記載の発明にかかる複合材料（以下、「請求の範囲第 2 2 項の複合材料」と記す）は、請求の範囲第 1 項～請求の範囲第 7 項および請求の範囲第 9 項～請求の範囲第 2 1 項のいずれかの複合材料において、芯層の合成樹脂としてポリウレタン樹脂発泡体を用い、表面層の合成樹脂としてポリウレタン樹脂発泡体を用いるようにした。
5

請求の範囲第 2 3 項に記載の発明にかかる複合材料（以下、「請求の範囲第 2 3 項の複合材料」と記す）は、請求の範囲第 1 項～請求の範囲第 2 2 項のいずれかの複合材料において、全体の厚みが 100 mm 以上であり、芯層の厚みと芯層の厚み方向を被覆している表面層の厚みの総計との比が 9/1～1/1 の範囲内である構成とした。
10

請求の範囲第 2 4 項に記載の発明にかかる複合材料（以下、「請求の範囲第 2 4 項の複合材料」と記す）は、請求の範囲第 1 項～請求の範囲第 2 2 項のいずれかの複合材料において、請求の範囲第 1 5 項または請求の範囲第 2 3 項の複合材料において、芯層が、充填材と合成樹脂からなる少なくとも 2 つの芯層形成材料層（A）を有し、これらの芯層形成材料層（A）のうちの 2 つの芯層形成材料層（A）と芯層形成材料層（A）との間に介在する複合材料の長手方向に平行な長繊維によって補強された熱硬化性樹脂からなる少なくとも 1 つの芯層形成材料層（B）とを備え、前記芯層形成材料層（A）の厚みの総和と、芯層形成材料層（B）の厚みの総和との比が 95/5～50/50 の範囲である構成とした。
15

請求の範囲第 2 5 項に記載の発明にかかる複合材料（以下、「請求の範囲第 2 5 項の複合材料」と記す）は、請求の範囲第 1 項～請求の範囲第 2 4 項のいずれかの複合材料において、表面層が芯層の少なくとも厚み方向 2 面を被覆するよう積層され、厚み方向全体の厚みが 100 mm 以上であり、厚み方向に曲げた時に、引張力が働く側の表面層の厚みが厚み方向全体の厚みの 5% 以上 25% 以下、圧縮力が働く側の表面層の厚みが厚み方向全体の厚みの 1.5% 以上 15% 以下である構成とした。
20
25

請求の範囲第 2 6 項に記載の発明にかかる複合材料（以下、「請求の範囲第 2

6 項の複合材料」と記す)は、請求の範囲第 1 項～請求の範囲第 25 項のいずれかの複合材料において、表面層が芯層の 4 面を囲繞しているとともに、複合材料の全体の 10 容量%以上 65 容量%以下を占めている構成とした。

請求の範囲第 27 項に記載の発明にかかる合成枕木(以下、「請求の範囲第 27 項の枕木」と記す)は、請求の範囲第 1 項～請求の範囲第 16 項のいずれかの複合材料を用いるようにした。

以下、各請求の範囲の複合材料について、その構成を詳細に説明する。

請求の範囲第 1 項～請求の範囲第 6 項の複合材料において、芯層に使用される合成樹脂としては、請求の範囲第 7 項の複合材料のように熱硬化性樹脂や、請求の範囲第 8 項の複合材料のように熱可塑性樹脂が使用されるが、熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂の混合体であっても構わない。

芯層に使用される熱硬化性樹脂としては、特に限定されないが、たとえば、ポリウレタン樹脂、フェノール樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ジアリルフタレート樹脂、ビニルエステル樹脂、エポキシ樹脂、ウレア樹脂、メラミン樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、アクリル樹脂、天然ゴム、合成ゴム等の反応前には、液体または粉体の樹脂であり、発泡するものであってもよい。また、これらは 2 つ以上組み合わせて用いるようにしても構わない。

芯層に使用される熱可塑性樹脂としては、特に限定されないが、たとえば、ポリスチレン、シンジオタクティックポリスチレン、高密度ポリエチレン、低密度ポリエチレン、直鎖状低密度ポリエチレン、ポリプロピレン、硬質ポリ塩化ビニル、アクリル樹脂、A B S 樹脂、脂肪族ポリアミド(ナイロン)樹脂、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリオキシメチレン、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェニレンスルフィド等、あるいは、これらの共重合体やブレンド体が使用できる。また、これらのものは発泡するものであってもよい。

さらに、これらの熱可塑性樹脂のうち、結晶性樹脂は、融点が 80 °C 以上のもの

のが好ましく、120°C以上のものがさらに好ましい。一方、非晶性樹脂は、ガラス転移点が80°C以上のものが好ましく、100°C以上のものがさらに好ましい。すなわち、融点やガラス転移点がこれらの温度より低いと曲げ物性や耐熱性が低下する恐れがある。

5 また、充填材は、表面材に使用される長繊維の熱膨張率に近いものを用いることが好ましい。

請求の範囲第1項～請求の範囲第4項の複合材料において、表面層に使用される熱硬化性樹脂としては、特に限定されないが、たとえば、ポリウレタン樹脂、フェノール樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ジアリルフタレート樹脂、ビニルエステル樹脂、エポキシ樹脂、ウレア樹脂、メラミン樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、アクリル樹脂等の反応前には、液体または粉体の樹脂であり、発泡するものであってもよい。

表面層に使用される発泡熱硬化性樹脂としては、アゾ化合物や炭酸水素ナトリウム（重曹）等の熱分解型発泡剤、フロン、炭酸ガス、ペンタン等の溶解性発泡剤、反応硬化時に気体が副生成するものを含む発泡熱硬化性樹脂液が挙げられ、たとえば、硬質または半硬質ポリウレタンフォーム、フェノールフォーム、低倍率ポリエステルフォームが挙げられる。

特にポリウレタンフォームは、比較的高い機械強度を有し、発泡時に独立気泡を形成するために非吸水性に優れると言う特徴があり好適に使用される。

20 請求の範囲第2項の複合材料において、表面層に用いられる軽量充填材としては、特に限定されないが、たとえば、ガラス中空粒子、シリカバルーン、フライアッシュバルーン、シラスバルーン、多孔質ガラス、膨張頁岩、多孔質セラミック、パーライト、軽石、バーミキュライト、合成樹脂からなる粉粒体、発泡粒子、中空粒子等が挙げられる。軽量充填材として使用される合成樹脂としては、前記表面層に使用されるものと同様な熱硬化性樹脂硬化体や架橋ゴム、さらに、熱硬化性樹脂を硬化させる時の温度以上の融点を持つ結晶性熱可塑性樹脂やガラス転移点を持つ非晶性熱可塑性樹脂等が挙げられるが、複合材料の吸水量を低くす

るためには、独立気泡を有するものが好ましい。また、軽量充填材をシランカッピング剤等で表面処理するようにしても構わない。

請求の範囲第1項または請求の範囲第2項の複合材料において、表面層の密度は、請求の範囲第3項の複合材料のように 0.3 g/cm^3 以上 1.5 g/cm^3 以下が好ましいが、その理由は、表面層の密度が小さすぎると、複合材料の曲げ強度が低下し、表面層の密度が大きすぎると、釘を打つ時に亀裂が走りやすくなるためである。また、複合材料の用途によってそれぞれより好ましい範囲が存在し、たとえば、鉄道用枕木として使用される場合には 0.6 g/cm^3 以上 1.5 g/cm^3 以下がより好ましく、浮き桟橋、トラック、船等の荷台材や床材として使用される場合には 0.3 g/cm^3 以上 0.8 g/cm^3 以下がより好ましい。

請求の範囲第1項～請求の範囲第5項の複合材料において、長繊維とは、補強繊維としての機能を有していれば、その形状が限定されず、たとえば、モノフィラメント、フィブリル（髭状の繊維が突き出た物）化繊維素、織り糸等が挙げられ、その材質は、ガラス、炭素、合成樹脂などの有機物等が挙げられ、ガラスあるいは炭素が補強効果が大きく好適である。なお、これらは単独あるいは2種以上複合して用いることができる。

表面層中の長繊維の占める割合は、特に限定されないが、5容量%以上40容量%以下が好ましい。すなわち、5容量%未満であると曲げ強度などの補強効果がなく、40容量%を越えると、釘打ち時に繊維の平行な方向にひび割れが生じる恐れがある。

表面層の熱硬化性樹脂が発泡体である場合の樹脂密度は、 0.2 g/cm^3 以上であることが好ましい。 0.2 g/cm^3 を下回ると曲げ強度が低下する。上限は特になく、発泡熱硬化性樹脂として実質的に作製されるものの値となる。

請求の範囲第3項の複合材料において、表面層は、上記の長繊維の占める割合および熱硬化性樹脂が発泡体である場合の樹脂密度を満足する上で、軽量充填材を20容量%以上50容量%以下含んでいることが好ましい。すなわち、軽量充填材が20容量%を下回ると、釘打ちの再に表面層が割れやすくなり、50容量

%を越えると軽量充填材が熱硬化性樹脂中に均一に分散せず、曲げ強度等の物性が低下する恐れがある。

請求の範囲第1項～請求の範囲第3項の複合材料において、表面層の曲げ弾性率は、請求の範囲第4項の複合材料のように、6000 MPa以上が好ましく、7000 MPa以上がより好ましく、8000 MPa以上がさらに好ましいが、その理由は、曲げ弾性率が6000 MPaを下回ると、複合材料全体の曲げ弾性率が低下し、枕木等への使用に際し撓みが大きくなり軌道の狂い等が生じやすくなる恐れあるためである。曲げ弾性率の上限は特に限定されないが、実質的に構成できる表面層の値となる。

請求の範囲第1項～請求の範囲第3項の複合材料において、表面層の曲げ強度は、請求の範囲第4項の複合材料のように、100 MPa以上が好ましく、120 MPa以上がより好ましいが、その理由は、曲げ強度が100 MPaを下回ると、枕木等への使用に際し、長期曲げ耐久性が低下しやすくなる恐れがあるためである。

なお、上記曲げ弾性率および曲げ強度はJIS Z 2101に準じて測定されるものであり、曲げ荷重は長纖維方向を長手方向として試験体の長手方向に対して垂直な方向に加えられる。

請求の範囲第5項～請求の範囲第9項の複合材料において、表面層に使用される樹脂としては、請求の範囲第1項～請求の範囲第4項の複合材料と同様のものが使用できる。

請求の範囲第5項の複合材料において、充填材の平均粒径は、纖維を除いたものであって、0.5 mm以上に限定されるが、その理由は、充填材の平均粒径が0.5 mmより小さい場合、芯層体積と充填材嵩密度との積に対して0.7倍以上の重量の充填材を含有させようとすると、充填材と合成樹脂の混合工程において、十分な分散が得られず、樹脂が均一に充填材に付着しない。したがって、曲げ強度等において十分な物性が得難くなる恐れがあるためである。充填材の粒径の上限は、実質的に芯層の厚みより小さくすることが好ましい。すなわち、実質的に

芯層の厚みより大きくなる径を有する充填材を用いた場合、釘打ち性能が釘を打つ部位によって大きく変化し使用に耐えなくなる恐れがある。

なお、本発明において、粒径は、充填材をJ I S Z 8801の標準ふるいにより、ふるい分けることによって得られる。ふるい分けに用いられる代表的なふるいの目開きの基準寸法の組み合わせは、

4. 00 mm、2. 80 mm、2. 00 mm、1. 40 mm、1. 00 mm、850 μ m、500 μ m、300 μ m、212 μ m、106 μ m、75 μ mであるが、適宜他の目開きのふるいを付け加えてもよい。

充填材の粒径値は、残ったふるいの目開きの基準寸法によって示す。平均粒径は各ふるいに残った充填材の繊維を除く全充填材に対する体積比と粒径値の積を全ふるいにわたって総和をとって得られる値である。

また、本発明の複合材料において、充填材としては、特に限定されないが、たとえば、岩石粉粒体、ガラス粒粉、石英粒粉、珪酸カルシウム、セメントコンクリート粉碎物、川砂、海砂、珪砂等の無定型粒体、ウォラストナイト等の無機短繊維粉体、膨張頁岩、軽石、ガラス発泡体等の気泡を有した無機粉粒体、塩化ビニル樹脂粉碎物、繊維強化樹脂粉碎物、繊維強化発泡ポリウレタン粉碎物等の樹脂粉碎物、炭酸カルシウム、フライアッシュ、マイカ、タルク、クレイ、アルミナ、バーミキュライト、汚泥乾燥粉粒体等の粒径の比較的小さい無機粉体やこれらを予め樹脂で結合した造粒物などが挙げられる。なお、これらは単独であるいは2種以上複合して用いることができる。

繊維状の充填材としては、ガラス繊維、炭素繊維、ボロン繊維等の無機繊維や、ビニロン繊維、ポリエステル繊維、脂肪族ポリアミド繊維、芳香族ポリアミド等の有機短繊維が使用できる。

また、上記無機充填材をシランカップリング材により表面処理したものを用いてもよい。表面層の樹脂にポリウレタン樹脂を用いる場合、シランカップリング材としてメルカプト基、アミノ基やイミノ基等のイソシアネート基と反応する官能基を有するものが好ましい。

請求の範囲第 6 項の複合材料において、充填材として、横軸に粒径、縦軸に各粒径の充填材の全充填材に対する体積率をプロットした粒径分布曲線上で、8 体積%以上を占めるピークエリアが 2 つ以上あり、かつ、小径側の 8 体積%以上のピークエリアの最多粒径値が、このピークエリアより大径側で隣接する 8 体積%以上のピークエリアの最多粒径値の 0.7 以下であるものを使用するようになっているが、その理由は、粒径差のあるものを混合することにより合成樹脂、特に熱硬化性樹脂との混合含浸が容易となり、さらに充填材の充填量を容易に増やすことができ、芯層と表面層とを積層した効果が極めて大きくなるうえに、粒径分布に複数のピークを示すことから充填材間にはほどよく樹脂が満たされ、釘を打ち込む時に芯層が破壊することなく圧縮され、その弾性により釘の保持力や繰り返して釘を引き抜こうとする力に対する耐疲労性が向上するためである。

なお、請求の範囲第 6 項の複合材料における粒度分布曲線は請求の範囲第 5 項の複合材料の場合、同じ方法で得られた各粒径の繊維を除く全充填材に対する体積比を各粒径に対してプロットすることにより得られる。この体積比は、隣り合うふるい基準寸法間における充填材の体積比を示している。

なお、大径側のつぎの 8 体積%以上のピークエリアとは、間に 8 体積%未満のピークエリアが存在する場合、8 体積%未満のピークエリアを除いて、大径側で隣接する 8 体積%以上のピークエリアを意味する。

ピークエリアの体積%の求め方は、図 18 に示すように、境界を横軸との交点または横軸と交わらない場合は極小値間の分布曲線と横軸とが囲む面積（極小値を用いた場合は分布曲線と横軸と極小値から横軸に下ろした垂線が囲む面積）の分布曲線と横軸が囲む面積に対する百分率で求められる。

また、最多粒径値は、ピークの頂部が横軸に対して平行なテーブル状になっている場合、平行部分の中心を最多粒径値とする。

請求の範囲第 6 項の複合材料において、大きい方の最多粒径値を与える充填材としては、特に限定されないが、たとえば、岩石粒体、ガラス粒、珪酸カルシウム、セメントコンクリート粉碎物、川砂、海砂、珪砂等の無定型粒体、ウォラス

トナイト等の無機短纖維粉体、膨張頁岩、軽石、ガラス発泡体等の気泡を有した無機粉粒体、塩化ビニル樹脂粉碎物、纖維強化樹脂粉碎物、炭酸カルシウム、フライアッシュ等の粒径の比較的小さい無機粉粒体や汚泥乾燥粉粒体を予め樹脂で結合した造粒物などが挙げられる。一方、小さい方の最多粒径値を与える充填材としては、特に限定されないが、珪砂粉、石英粉、マイカ、タルク、クレイ、アルミナ粉等が好適であるが、その他に汚泥乾燥粉粒体、無機粉粒体に属するものが挙げられる。なお、これらは単独あるいは2種以上複合して用いることができる。さらに、上記無機質充填材をシランカップリング材等により表面処理をしたもの用いてもよい。表面層の樹脂にポリウレタン樹脂を用いる場合、シランカップリング材としてメルカプト基、アミノ基やイミノ基等のイソシアネート基と反応する活性水素を有するものが好ましい。

請求の範囲第9項の複合材料において、ポリオール当量とは、以下の式(1)のようにして計算される数値を意味し、その測定方法は、樹脂を加水分解後、イオン交換樹脂やアルカリ洗浄等でイソシアネート成分由来のアミンを除き、ポリオール成分を回収し、これの水酸基価を測定する方法等で行われる。

$$\text{ポリオール当量} = \frac{\text{KOHの分子量} \times 1000}{\text{ポリオールの水酸基価 (mgKOH/g)}} \quad \dots \quad (1)$$

また、芯層を構成する熱硬化性樹脂としてポリオール当量が230以上1500以下である発泡ポリウレタン樹脂を用いる場合、その密度は、0.25g/cm³以上0.6g/cm³以下が好ましい。

一方、芯層を構成する熱硬化性樹脂として密度が0.3g/cm³以上でポリオール当量が1500以下である発泡ポリウレタン樹脂を用いる場合、ポリオール当量は、110以上1200以下がより好ましい。

すなわち、ポリオール当量が110を下回ると、芯層中の樹脂が硬く成りすぎて、複合材料そのものの撓みが不十分となり、1500を越えると、芯層中の樹脂が柔らかくなり過ぎて複合材料の釘打ち性能が不十分となる恐れがある。

ポリウレタン樹脂の密度は、充填材と樹脂の比率とポリウレタン樹脂を充填材の隙間に発泡させることにより調整できる。発泡は発泡剤によって行われるが、発泡剤は使用する樹脂により適宜選択できる。

発泡剤としては、たとえば、フロン、二酸化炭素、ペンタン等の物理的発泡剤（揮発型発泡剤）、アゾ化合物、炭酸水素ナトリウム等の分解型発泡剤、イソシアネートと水の反応で発生する二酸化炭素等の反応型発泡剤などが挙げられる。

なお、ポリウレタンの場合、フロンではオゾン層を破壊する恐れがあるため、イソシアネートと水との反応で発生した二酸化炭素を用いることが好ましい。また、発泡剤は予め樹脂と混合しておく。

請求の範囲第10項の複合材料において、曲げ撓みは、曲げ強度評価時の最大荷重点に対応するスパン中央部の撓み=△yを用い、下式（2）から計算することができる。なお、曲げ強度は、JIS Z 2101の方法により測定される。

$$\text{撓み (\%)} = 6 \times (\text{試験体の厚み}) \times \Delta y / (\text{スパン})^2 \times 100 \dots \dots (2)$$

これらの物性は複合材料から芯層を切り出して測定されてもよいし、芯層と同じ構成のものを作製して測定されてもよい。

曲げの方向は、試料の長手方向に対し、垂直方向となる。曲げ撓みと曲げ応力との関係は、曲げ撓みを横軸に、曲げ応力を縦軸としてグラフに示される。

請求の範囲第10項～請求の範囲第13項の複合材料において、特異点とは、微分不可能な折れ曲がり点や、曲線の凹凸が変化する変曲点などを意味する。

また、請求の範囲第10項および請求の範囲第11項の複合材料は、請求の範囲第12項の複合材料のように、特異点での芯層の撓みが0.8%以下であることが好ましく、0.7%以下であることがより好ましいが、その理由は、特異点での芯層の撓みが0.8%を越えると、曲げや圧縮の際に、芯層中の充填材同士が接触する前に複合材料の破壊が起こり、強度が低下する恐れがあるためである。

さらに、請求の範囲第10項～請求の範囲第12項の複合材料は、請求の範囲

第 1 3 項の複合材料のように、特異点での撓みからさらに撓ませる時の芯層の曲げ弾性率が 800 MPa 以上であることが好ましく、950 MPa 以上であることがより好ましいが、その理由は、曲げ弾性率が 800 MPa を下回ると、曲げや圧縮の際に、芯層中の充填材同士が接触する効果が少なくなり、強度が低下する恐れがあるためである。

5 なお、特異点が折れ曲がり点である場合、上記の曲げ弾性率は、撓みが大きい方向から求めた接線の傾きである。

請求の範囲第 10 項～請求の範囲第 13 項の複合材料において、芯層に用いられる合成樹脂としては、加熱状態あるいは常温で硬化性を示す熱硬化性樹脂や熱で可塑性を示す熱可塑性樹脂のいずれでもよい。

10 このような熱硬化性樹脂としては、ポリウレタン樹脂、フェノール樹脂、不飽和ポリエステル、ジアリルフタレート樹脂、ビニルエステル樹脂、エポキシ樹脂、ウレア樹脂、メラミン樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、アクリル樹脂、天然ゴム、合成ゴム等の反応前には、液体または粉体の樹脂であり、発泡するものであってもよい。これらのものは 2 つ以上組み合わせて使用してもよい。

一方、熱可塑性樹脂としては、ポリスチレン、シンジオタクティックポリスチレン、高密度ポリエチレン、低密度ポリエチレン、直鎖状低密度ポリエチレン、ポリプロピレン、硬質ポリ塩化ビニル、アクリル樹脂、A B S 樹脂、脂肪族ポリアミド樹脂、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリオキシメチレン、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェニレンスルフィド等や、これらの共重合体、ブレンド体等が使用できる。また、これらのものは発泡するものでもよい。さらに、上記熱硬化性樹脂および熱可塑性樹脂を組み合わせて使用することもできる。

25 請求の範囲第 10 項～13 の複合材料において、充填材としては、特に限定されないが、たとえば、岩石粉粒体、ガラス粒粉、珪酸カルシウム、セメントコン

クリート粉碎物、川砂、海砂、珪砂等の無定型粒体、ウォラストナイト等の無機短繊維粉体、膨張頁岩、軽石、ガラス発泡体等の気泡を有した無機粉粒体、ポリ塩化ビニル粉碎物、繊維強化樹脂粉碎物、繊維強化硬質発泡ウレタン粉碎物、炭酸カルシウム、フライアッシュ等の粒径の比較的小さい無機粉粒体やこれらの中空粒子、汚泥乾燥粉粒体、マイカ、タルク、クレイ、アルミナ、バーミキュライト、ガラス短繊維が好適であるが、その他に炭素繊維、ポロン繊維等の無機繊維、ビニロン繊維、ポリエステル繊維、脂肪族ポリアミド繊維、芳香族ポリアミド繊維等の有機短繊維等やこれらのものを予め樹脂で結合した造粒物などが挙げられ、これらは2種以上混合して使用してもよい。さらに、上記無機質充填材をシリカカッピング材等により表面処理をしたもの用いてもよい。表面層の樹脂にポリウレタン樹脂を用いる場合、シリカカッピング材としてメルカプト基、アミノ基やイミノ基等のイソシアネート基と反応する活性水素を有するものが好ましい。

上記汚泥乾燥粉粒体としては、汚泥処理場から発生する高温乾燥固体分が挙げられる。繊維強化樹脂粉碎物としては、繊維強化プラスチック（FRP）粉碎物、繊維強化硬質発泡ウレタン粉碎物や、さらに繊維状のものとして一方向に繊維が配向された繊維強化樹脂を繊維方向に削ってできる針状やかんな屑状の切り屑等が挙げられる。

また、請求の範囲第10項～請求の範囲第13項の複合材料において、芯層は、充填材が、芯層体積と充填材嵩密度との積（重量）に対し、0.7倍以上含有されていることが好ましい。

すなわち、充填材の量が、芯層体積と充填材嵩密度との積（重量）の0.7倍未満の場合、充填材と充填材との間に熱硬化性樹脂層が存在して充填材と充填材とが直接接触しない割合が増えるため特異点が現れにくく、また、圧縮強度および釘打ち性能が不十分となる恐れがある。

また、請求の範囲第10項～請求の範囲第13項の複合材料は、芯層の平均密度が請求の範囲第1項の複合材料と同じ範囲にあることが好ましい。

請求の範囲第10項の複合材料において、表面層に用いられる補強繊維は、長繊維でも短繊維でも構わないが、請求の範囲第11項の複合材料のように、長繊維が好ましく、長繊維としては少なくとも表面層の長手方向に強化できるものであればよく、モノフィラメント、フィブリル化繊維、織り糸等や、ロービング等の一方方向強化用、マット等の二方向強化用、マットを縫い合わせた三方向強化用の何れでもよい。また、これらが単独で用いられても複合して用いられても構わない。また、請求の範囲第12項および請求の範囲第13項の複合材料における表面層の補強繊維は、請求の範囲第10項および請求の範囲第11項の複合材料の場合と同じものが使用できる。

10 表面層に用いられる合成樹脂としては、熱あるいは常温で硬化性を示す熱硬化性樹脂や熱で可塑性を示す熱可塑性樹脂のいずれでも構わない。

このような熱硬化性樹脂としては、ポリウレタン樹脂、フェノール樹脂、不飽和ポリエステル、ジアリルフタレート樹脂、ビニルエステル樹脂、エポキシ樹脂、ウレア樹脂、メラミン樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、アクリル樹脂、天然ゴム、合成ゴム等の反応前には、液体または粉体の樹脂であり、発泡するものであってもよい。これらのものは2つ以上組み合わせて使用してもよい。

一方、熱可塑性樹脂としては、ポリスチレン、シンジオタクティックポリスチレン、高密度ポリエチレン、低密度ポリエチレン、直鎖状低密度ポリエチレン、20 ポリプロピレン、硬質ポリ塩化ビニル、アクリル樹脂、A B S樹脂、脂肪族ポリアミド樹脂、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリオキシメチレン、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェニレンスルフィド等や、これらの共重合体、ブレンド体等が使用できる。また、これらのものは発泡するものでもよい。

さらに、これらの熱可塑性樹脂のうち、結晶性樹脂は、融点が80°C以上のものが好ましく、120°C以上のものがさらに好ましい。一方、非晶性樹脂は、ガ

ラス転移点が80°C以上のものが好ましく、100°C以上のものがさらに好ましい。すなわち、融点やガラス転移点がこれらの温度より低いと曲げ物性や耐熱性が低下する。

さらに、上記熱硬化性樹脂および熱可塑性樹脂を組み合わせて使用することも

5 できる。

請求の範囲第10項～請求の範囲第13項の複合材料において、使用される発泡剤は、樹脂の種類によって適宜選択できるが、たとえば、フロン、二酸化炭素、ペンタン等の物理的発泡剤、アゾ化合物、炭酸水素ナトリウム等の分解型発泡剤、イソシアネートと水の反応で発生する二酸化炭素等の反応型発泡剤等が挙げられる。

たとえば、樹脂としてポリウレタンを用いる場合、フロンではオゾン層を破壊する恐れがあるため、イソシアネートと水との反応で発生した二酸化炭素を用いることが好ましい。なお、これらは単独であるいは2種以上複合して用いることができる。また、発泡剤は予め樹脂と混合しておくことが好ましい。

15 また、請求の範囲第10項～請求の範囲第13項の複合材料は、特に限定されないが、表面層の密度が、請求の範囲第1項の複合材料と同様の範囲にあることが好ましい。

請求の範囲第14項および請求の範囲第15項の複合材料において、表面層は、請求の範囲第1項～請求の範囲第13項の複合材料と同様のものが使用できる

20 。

また、本発明の複合材料を合成枕木のような用途に用いる場合、表面層においては、表面層の長手方向に平行な長纖維を用いることが望ましい。

請求の範囲第14項および請求の範囲第15項の複合材料において、芯層を形成する複数の芯層形成材料層のうち、厚み方向に曲げた時に圧縮側となる芯層形成材料層を、芯層形成材料層体積と充填材嵩密度との積に対して0.7倍以上の重量の充填材を含有させて圧縮の際に芯層形成材料層中の充填材同士が接触して高弾性率や高強度を発揮するような構成とするとともに、引張側になる芯層形成

材料層を、ポリオール当量が230以上1500以下である発泡ポリウレタン樹脂または密度が0.3g/cm³以上でポリオール当量が1500以下である発泡ポリウレタン樹脂で形成し撓みによる伸びに追従できるような構成とすることが好ましい。

5 また、引張側の芯層形成材料層中には、ゴムチップやバネ等の弾性体を入れることが好ましい。すなわち、弾性体を入れることにより、高い曲げ弾性率を表面層と圧縮側の芯層形成材料層で保ちながら防震性を複合材料に与えることができる。

請求の範囲第15項の複合材料において、充填材と合成樹脂とからなる芯層形成材料層（以下、「充填材入り層」と記す）と充填材入り層との間に介在する長手方向に平行な長繊維によって補強された発泡熱硬化性樹脂からなる芯層形成材料層（以下、「中間繊維補強層」と記す）としては、請求の範囲第1項～請求の範囲第13項の複合材料の表面層と同様のものが使用できる。

請求の範囲第14項および請求の範囲第15項の複合材料において、互いに接する芯層形成材料層同士は、接着していることが必要である。すなわち、接着していないとこれらの界面で剥離が起き、複合材料全体の破壊を招く恐れがある。

接着方法としては、特に限定されないが、たとえば、互いに接する芯層形成材料層を同時に成形する方法、成形済みの芯層形成材料層同士をエポキシ系やウレタン系の接着剤で接着する方法、成形済みの芯層形成材料層上に別の芯層形成材料層を成形する方法等が挙げられる。

請求の範囲第16項の複合材料は、芯層と、表面層とが、 $CS_a \geq 1/2 \times CS_b$ 、 $E_a < E_b$ 、 $ES_a \geq 1/2 \times ES_b$ の各式（式中、 CS_a は芯層の圧縮降伏歪み、 CS_b は表面層の圧縮降伏歪み、 E_a は芯層の引張り弾性率、 E_b は表面層の引張り弾性率、 ES_a は芯層の引張り降伏歪み、 ES_b は表面層の引張り降伏歪みをあらわす）を満足する関係を備えている必要があるが、その理由は、上記関係を満足していないと、繊維補強された表面層の性能（曲げ）を発揮させ、表面層と同様の長手方向に平行な長繊維によって補強された熱硬化性樹脂あるい

は長手方向に平行な長纖維によって補強された軽量充填材を含む熱硬化性樹脂のみからなる材料と同等以上の性能（曲げ）を有する複合材料とできなくなるためである。 すなわち、図11に示すように、表面層の纖維方向に沿って長手方向に曲げを発生させる荷重を加えた時に圧縮の発生する側（図11で上面側）に芯層が存在しても、 $CSa \geq 1/2 \times CSb$ を満足するようすれば、圧縮強度が向上し、引張力の発生する側（図11で下面側）に表面層が存在しても、 $Ea < Eb$ 、 $ESA \geq 1/2 \times ESB$ を満足するようすれば、曲げ強度の向上が望める。

また、請求の範囲第16項の複合材料は、請求の範囲第17項の複合材料のように、 $0.005 \leq CSa$ 、 $50 \text{ MPa} \leq Ea$ 、 $0.005 \leq ESA$ 、 $0.01 \leq CSb$ 、 $5000 \text{ MPa} \leq Eb \leq 18000 \text{ MPa}$ 、 $0.01 \leq ESB$ であることが好ましいが、その理由は、以下のとおりである。

すなわち、芯層において、圧縮降伏歪み CSa が 0.005 以上あることで表面層の圧縮特性が補強でき、引張り弾性率 Ea が 50 以上、引張り降伏歪み ESA が 0.005 以上あることで表面層の撓みに追従し表面層の材料単独の場合と比較してそれ同等の性能（曲げ）を付与することができるとともに、繰り返し荷重に対し、表面層の材料単独の場合と同等の耐久性のある複合材料とすることができる。

また、請求の範囲第16項および請求の範囲第17項の複合材料において、 Ea と Eb とのバランスがとれさらに耐久性が向上することから、芯層の長手方向の圧縮弾性率 Ca を 300 MPa 以上 12000 MPa 以下、表面層の圧縮弾性率 Cb を 2000 MPa 以上 8000 MPa 以下とすることが好ましい。

また、表面層の圧縮弾性率 Cb が 2000 MPa 以上 8000 MPa 以下であり、 Eb が 5000 MPa 以上 18000 MPa 以下、 ESB が 0.01 以上であれば、さらに木材類似の構造部材として十分な強度を発現させることができる。

請求の範囲第16項および請求の範囲第17項の複合材料において、表面層を形成する発泡熱硬化性樹脂としては、特に限定されないが、たとえば、熱分解型発泡剤やフロン等の溶解性発泡剤、反応硬化時に気体が副生成するものを含む発

泡熱硬化性樹脂液からなる硬質または半硬質ポリウレタンフォーム、フェノールフォーム、低倍率発泡ポリエステルフォームが挙げられる。

特にポリウレタンフォームは、比較的高い機械強度を有し、発泡時に独立気泡を形成するために非吸水性に優れるという特徴が有り好適に使用される。

一方、表面層を形成する弹性合成樹脂としては、特に限定されないが、エラストマーなどのゴムの範疇に入る樹脂、軟質PVC、可塑性ポリビニルアルコール等が挙げられ、所定の弹性を備えていれば、比較的弹性率の低い樹脂であるポリオレフィン樹脂、耐衝撃性ABS等も含まれる。

請求の範囲第16項および請求の範囲第17項の複合材料において、表面層に用いられる長纖維とは、補強纖維としての機能を有していれば、その形状が限定されず、請求の範囲第1項～請求の範囲第15項の表面層に用いられるものと同様のものが用いられる。

表面層中の長纖維の占める割合は、特に限定されないが、5容量%以上40容量%以下が好ましい。すなわち、5容量%未満であると曲げ強度などの補強効果がなく、40容量%を越えると、釘打ち時に纖維の平行な方向にひび割れが生じる恐れがある。

請求の範囲第16項および請求の範囲第17項の複合材料において、芯層としては、特に限定されず、一般に、充填材が合成樹脂中に混合されたものから形成されているが、請求の範囲第14項および請求の範囲第15項のように複数の充填材入り層を積層させたものや充填材入り層と充填材入り層との間に中間纖維補強層を設けたものでも構わない。

請求の範囲第16項および請求の範囲第17項の複合材料において、芯層または充填材入り層の主成分となる合成樹脂としては、特に限定されないが、熱硬化性樹脂や熱可塑性樹脂が使用できる。

このような熱硬化性樹脂としては、ポリウレタン樹脂、フェノール樹脂、不飽和ポリエステル、ジアリルフタレート樹脂、ビニルエステル樹脂、エポキシ樹脂、ウレア樹脂、メラミン樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、アクリ

ル樹脂、天然ゴム、合成ゴム等の反応前には、液体または粉体の樹脂であり、発泡するものであってもよい。これらのものは2つ以上組み合わせて使用してもよい。

一方、熱可塑性樹脂としては、ポリスチレン、シンジオタクティックポリスチレン、高密度ポリエチレン、低密度ポリエチレン、直鎖状低密度ポリエチレン、ポリプロピレン、硬質ポリ塩化ビニル、アクリル樹脂、ABS樹脂、脂肪族ポリアミド樹脂、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリオキシメチレン、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェニレンスルフィド等や、これらの共重合体、ブレンド体等が使用できる。また、これらのものは発泡するものでもよい。

さらに、これらの熱可塑性樹脂のうち、結晶性樹脂は、融点が80°C以上のものが好ましく、120°C以上のものがさらに好ましい。一方、非晶性樹脂は、ガラス転移点が80°C以上のものが好ましく、100°C以上のものがさらに好ましい。すなわち、融点やガラス転移点がこれらの温度より低いと曲げ物性や耐熱性が低下する。

さらに、上記熱硬化性樹脂および熱可塑性樹脂を組み合わせて使用することもできる。

なお、合成樹脂として発泡するものを使用する場合、独立気泡を有するものが吸水性を防止するうえで好ましい。

充填材としては、請求の範囲第1項～請求の範囲第15項の複合材料に芯層に使用されたものと同様のものを使用することができる。

中間繊維補強層としては、表面層と同様のものを用いることができる。

請求の範囲第1項～請求の範囲第17項の複合材料は、請求の範囲第18項の複合材料のように、芯層の圧縮剪断強度が5MPa以上であることが好ましいが、その理由は、以下のとおりである。

すなわち、芯層の圧縮剪断強度D B aが5MPa未満であると、表面層と同様の

長手方向に平行な長繊維によって補強された熱硬化性樹脂あるいは長手方向に平行な長繊維によって補強された軽量充填材を含む熱硬化性樹脂のみからなる材料と同等の曲げ強度のある複合材料とすることができます、曲げによる剪断破壊が起きたりする恐れがある。

5 なお、上記のように、圧縮剪断強度D B aを5 MPa以上にするためには、充填材を上述のシランカップリング剤で処理することや、上述の短繊維や繊維強化プラスチック粉碎物、繊維強化硬質発泡ウレタン粉碎物や、さらに繊維状のものとして一方向繊維強化樹脂を繊維方向に削ってできる針状やかんな屑状の切り屑を添加することが好ましい。

10 また、無機充填剤を使用する場合には、比重0.5以上のものが好ましく、全充填剤中0.5～1.5のものが芯層全体の50容量%以下であることが好ましい。

さらに、請求の範囲第16項～請求の範囲第18項の複合材料において、表面に摩擦剪断が発生する場合、表面層が芯層を長手方向に2面以上で包囲した方が好ましく、かつ／または芯層の複合材料全体に占める体積が50%以上65%未満である複合材料が表面層の材料単独の場合と比較し曲げ強度が向上し、材料コストの低減において好適である。

15 なお、請求の範囲第1項～請求の範囲第18項の複合材料は、特に限定されず、バッチ式あるいは連続式のいずれの方法でも製造できる。

20 因みに、バッチ式の製造方法としては、たとえば、特開平5-138797号公報に開示されているように、芯層となる予備成形体あるいは表面層となる予備成形体を予備成形し、この予備成形体を金型内にセットしたのち、予備成形体が硬化する前に、表面層あるいは芯層となる長繊維と熱硬化性樹脂、または、充填材と熱硬化性樹脂の混合物あるいは成形体を金型内に充填し、熱硬化性樹脂を加熱硬化させる方法が挙げられる。

一方、連続式の製造方法としては、補強繊維となる多数の長繊維を所定の間隔に引き揃えながら一方向に進行させ、進行途中で引き揃えられた長繊維群の上方

から、発泡熱硬化性樹脂液を振りかけたのち、各長繊維を構成する繊維と繊維との間に、振りかけられた発泡熱硬化性樹脂液を含浸させる。

そして、この発泡熱硬化性樹脂液が各長繊維に含浸された長繊維群の中央部に、押出賦形型を臨ませ、この押出賦形型から長繊維群で囲繞されるように芯層となる充填材と熱硬化性樹脂の混合物を賦形しながら連続的に押し出したのち、筒状の成形用通路に導入し、成形用通路内で熱硬化性樹脂を熱硬化させて、芯層と表面層とを同時に成形する方法が挙げられる。

また、この発泡熱硬化性樹脂液が上下2段に分割した各長繊維に含浸された長繊維群の間隙において、芯層となる充填材と熱硬化性樹脂の混合物を送り込み無端ベルト等で押圧して長繊維群により包囲させた所定の断面形状にして未硬化の状態のまま、または、筒状の成形用通路内で発泡熱硬化させたのち、そのままもしくは表面をサンディング等で研磨した後に連続的に送り出し、これを筒状の成形用通路に導入し、成形用通路内で熱硬化性樹脂を発泡熱硬化させて、芯層と表面層とを同時に、または順番に成形する方法が挙げられる。

請求の範囲第19項の複合材料において、芯層および表面層に使用される合成樹脂、発泡合成樹脂、充填材および長繊維は、請求の範囲第1項～請求の範囲第18項と同様のものを使用できる。

請求の範囲第19項の複合材料において、中間層として用いられる非発泡熱硬化性樹脂および低発泡樹脂としては、表面層および芯層との接着性を備えていれば特に限定されないが、たとえば、ポリウレタン樹脂、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ウレア樹脂、メラミン樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、アクリル樹脂、天然ゴム、合成ゴム等が挙げられ、必要に応じて触媒、整泡剤、発泡助剤、充填材、補強短繊維、着色剤、紫外線吸収剤、酸化防止剤、架橋剤、安定剤、可塑剤、難燃剤等が添加されてもよい（ただし、発泡剤は含まない）。因みに、表面層および芯層がポリウレタン樹脂の場合、高い接着性を求めるのであれば、同種のポリウレタン樹脂を用いることが好ましい。

また、ポリウレタン樹脂を用いた場合には、水等の発泡剤を入れなくても、空気中の水分や表面層又は芯層からの水分と反応して多少の発泡部が形成されるが、特にその程度の発泡は問題とされない。

さらに、中間層は、芯層と表面層とを一体化するために、芯層と表面層との間に形成されるものであり、その厚みは、特に限定されない。曲げ弾性や釘の引抜強度等の物性を向上させたい場合には、芯層に対して弾性率の高い非発泡熱硬化性樹脂または低発泡樹脂を厚めに形成すればよい。

請求の範囲第20項の複合材料において、表面層と芯層との間に設けられた中間層は、表面層の長繊維の繊維方向に平行な圧縮力を加えた時の剪断強度が、6.0 MPa 以上に限定されるが、好ましくは7.0 MPa 以上、より好ましくは7.5 MPa 以上である。なお、上記剪断強度は、JIS Z 2101の剪断試験方法で求めることができる。

中間層の表面層の長繊維の繊維方向の剪断強度が、6.0 MPa 以上に限定される理由は、中間層の剪断強度が6 MPa 以下になると、特に繰り返し曲げ耐久性が下がり、その破壊形態として中間層における破壊になりやすい。そして、破壊形態が中間層における破壊になると、破壊した時点から、破壊面に伝播し、急激に強度低下が進むことになる。したがって、たとえば、この複合材料を構造材料や枕木のように高弾性、高強度な曲げ物性や、繰り返し曲げ疲労に対する耐久性の必要な用途に用いることができなくなるためである。

中間層の剪断強度を6 MPa 以上とする方法としては、特に限定されないが、たとえば、エポキシ樹脂等の高強度、高弾性の樹脂を表面層と芯層との間に介在させる方法、また、表面層の長繊維の繊維方向の剪断強度および芯層の剪断強度が6 MPa 以上のとき、樹脂密度が表面層および芯層の樹脂密度の1.1倍以上の樹脂密度にする方法、請求の範囲第21項の複合材料のように、中間層中に樹脂含浸性シート状体を配する方法等が挙げられる。

表面層と芯層との間の樹脂密度を表面層や芯層の樹脂密度よりも高める方法としては、複層体を製造する際、芯層表面になる部分、または上記中間層に、エポ

キシやウレタンの発泡樹脂または無発泡樹脂を塗布するなどの方法が挙げられる

。

請求の範囲第21項の複合材料において、樹脂含浸性シート状体とは、非発泡熱硬化性樹脂または低発泡樹脂を含浸させておいて、芯層と表面層の間に上記中間層を設ける便宜ためのものであり、非発泡熱硬化性樹脂または低発泡樹脂を含浸させることができれば、特に限定されないが、中間層自身の高強度化も図るためにには、高強度なシート状体を用いればよい。

このような樹脂含浸性シート状体としては、非発泡熱硬化性樹脂液または低発泡樹脂液を含浸可能なものであれば特に限定されないが、たとえば、ガラス繊維等の無機繊維や合成樹脂繊維からなる不織布（旭化成社製のポリエステル系不織布スパンボンドE1050、クラレ社製ビニロン系不織布ビニロンスパンレース等）または織布等が挙げられる。また、合成樹脂シート、紙、金属繊維布に多数の孔をあけた多孔質シートも用いることができる。

すなわち、このような樹脂含浸性シート状体を用いれば、芯層の剪断強度が6 MPa、または表面層においてその繊維方向の剪断強度が6 MPaのときは、表面層－樹脂含浸性シート状体、および芯層－樹脂含浸性シート状体間の樹脂密度を、芯層および表面層の樹脂密度の1.1倍以上にすることで、中間層の繊維方向に平行な圧縮剪断強度を6 MPa以上とすることができる。

また、芯層、表面層の樹脂としてポリウレタン樹脂を用い、芯層、表面層間に中間層があるとき、樹脂含浸性シート状体の素材としてビニロン繊維やシランカップリング処理されたガラス繊維のように化学的、物理的に芯層および表面層の樹脂と親和性があり、接着性に優れたものを用いれば、表面層－シート状体、および芯層－シート状体間の樹脂密度は、たとえば、芯層の剪断強度が6 MPa、または表面層においてその繊維方向の剪断強度が6 MPaになるとき、芯層および表面層の樹脂密度の1.05倍以上でよい。

請求の範囲第1項～請求の範囲第7項および請求の範囲第9項～請求の範囲第21項の複合材料において、芯層の合成樹脂および表面層の合成樹脂として請求

の範囲第 22 項の複合材料のように発泡ポリウレタン樹脂を用いることが好ましい。

発泡ポリウレタン樹脂が芯層に用いられるのは、比較的高い機械強度を有し、発泡時に独立気泡を形成し易く非吸水性に優れているという特性を有するためである。

このような発泡ポリウレタン樹脂としては、ポリオールとポリイソシアネートとの反応によって得られる従来公知のものが広く使用可能である。

このようなポリオールとしては分子末端に 2 個以上の水酸基を有するものであり、たとえばポリプロピレンオキシド、ポリエチレンオキシド、ポリテトラメチレングリコール等のポリエーテルポリオールやこれらの共重合体、アジピン酸等の脂肪族ジカルボン酸とエチレングリコール、プロピレングリコール、ブチレングリコール、ヘキサメチレンジイソシアネート等の炭素数が 12 以下のグリコールとの重縮合体やポリ ϵ -カプロラクトン等のヒドロキシカルボン酸の重縮合体であるポリエステルポリオールやこれらの共重合体、これらのポリオールとビニル基を有するモノマーの重合体とのグラフト共重合体であるポリマー-ポリオール等が挙げられる。また、これらは単独もしくは 2 種以上の混合物として用いられる。前記ポリイソシアネートとしてはイソシアネート基を 2 個以上有するものであり、たとえば、4, 4'-メチレンジフェニルジイソシアネート、2, 4-トリレンジイソシアネート、2, 6-トリレンジイソシアネート、イソホロンジイソシアネート、ヘキサメチレンジイソシアネート、4, 4'-メチレンジフェニルジイソシアネートの水素添加物や、これらおよびこれらの異性体の多核体が使用される。また、これらは単独もしくは 2 種以上の混合物として用いられるが、安全性、反応性、取り扱い性等を考慮すると、4, 4'-メチレンジフェニルジイソシアネートとその異性体の多核体の混合物（以下、「ポリメリック MDI」と記す）が好ましい。

前記反応の際に使用される発泡剤の例としては、熱分解型発泡剤、フロン等の物理的発泡剤、水等が挙げられ、さらに熱硬化性樹脂が反応時に発生する分解ガ

ス等の副生物であってもよいが、フロンではオゾン層を破壊する恐れがあるため、イソシアネートと水との反応で発生した二酸化炭素を用いることが好ましい。なお、発泡剤は予め樹脂と混合しておく。

又、上記発泡ウレタン樹脂には、必要に応じて触媒、整泡剤、発泡助剤、充填材、補強短繊維、着色剤、紫外線吸収剤、酸化防止剤、架橋剤、安定剤、可塑剤、難燃剤等が添加されてもよい。

上記触媒としては、特に限定されないが、たとえば、ジブチル錫ジラウレート等の有機錫系触媒や、アミン系触媒、温度感応性の触媒等が用いられる。

請求の範囲第19項～請求の範囲第22項の複合材料は、バッチ式あるいは連続式のいずれの方法でも製造することができる。

ただし、各層の硬化タイミングは出来るだけ一致していることが好ましい。各層間での化学結合が形成される場合は、これにより、結合力を高めて界面強度の向上に寄与するものと考えられるからである。

因みに、バッチ式の製造方法としては、たとえば、まず、芯層となる予備成形体あるいは表面層となる予備成形体を予備成形し、この予備成形体を金型内にセットする。この際、セットした予備成形体の芯層または表面層が積層される側の面に、予め非発泡熱硬化性樹脂を含浸しておいた樹脂含浸性シート状体を添設しておき、予備成形体が硬化する前に、表面層となる長繊維と発泡合成樹脂、芯層となる充填材と合成樹脂の混合物、あるいは表面層または芯層となる別の予備成形体を金型内に充填し、芯層および表面層の合成樹脂および非発泡熱硬化性樹脂を加熱硬化させる方法が挙げられる。

一方、連続式の製造方法としては、たとえば、補強繊維となる多数の長繊維を所定の間隔に引き揃えながら上下2段一方向に進行させ、進行途中で引き揃えられた上下2段各長繊維群の上方から、発泡ポリウレタン樹脂液を振りかけて各長繊維を構成する繊維と繊維との間に、振りかけられた発泡ポリウレタン樹脂液を含浸させる。

さらに、これら発泡熱硬化性樹脂液を含浸させた上下2段からなる長繊維群の

間に、予め非発泡熱硬化性樹脂液または低発泡樹脂液を含浸した樹脂含浸性シート状体を配した状態で、芯層になる充填材と発泡熱硬化性樹脂液の混合物を送り込み、無端ベルト等で押圧して長繊維群により包囲した所定の断面形状にして未硬化の状態のまま連続的に送り出し、これを筒状の成形用通路に導入し、成形用通路内で発泡熱硬化性樹脂を発泡熱硬化させて、芯層と表面層および中間層とを同時に成形する方法が挙げられる。
5

請求の範囲第23項の複合材料は、全体の厚みが100mm以上であり、芯層の厚みと芯層の厚み方向を被覆している表面層の厚みの総計との比が9/1～1/1の範囲内である必要があるが、その理由は、比が9/1を上回ると、曲げ強度が不十分になり、1/1を下回ると、充填剤の添加効果である圧縮強度、釘保持性のいずれかが満足できなくなる恐れがあるためである。
10

請求の範囲第24項の複合材料は、芯層が、充填材と合成樹脂とからなる少なくとも2つの芯層形成材料層(A)を有し、これらの芯層形成材料層(A)のうちの2つの芯層形成材料層(A)と芯層形成材料層(A)との間に介在する複合材料の長手方向に平行な長繊維によって補強された熱硬化性樹脂からなる少なくとも1つの芯層形成材料層(B)とを備え、前記芯層形成材料層(A)の厚みの総和と、芯層形成材料層(B)の厚みの総和との比が95/5～50/50の範囲である必要があるが、その理由は、比が95/5を上回ると中間繊維補強層である芯層形成材料層(B)による釘保持性が低下し、50/50を下回ると、圧縮弾性限界が低下する恐れがあるためである。
15
20

請求の範囲第25項の複合材料は、表面層が芯層の少なくとも厚み方向2面を被覆するように積層され、厚み方向全体の厚みが100mm以上であり、厚み方向に曲げた時の引張力が働く側の表面層の厚みが厚み方向全体の厚みの5%以上25%以下、圧縮力が働く側の表面層の厚みが厚み方向全体の厚みの1.5%以上15%以下である必要があるが、その理由は、以下のとおりである。
25

すなわち、引張力が働く側の表面層の厚みが薄すぎると、十分な曲げ強度が発現されず、引張力が働く側の表面層の厚みが厚すぎると、芯層を設け材料コスト

を低減する効果が低くなる恐れがあり、圧縮力が働く側の表面層の厚みが薄すぎると、芯層が変形により座屈しやすく、十分な曲げ強度が発現されず、圧縮力が働く側の表面層の厚みが厚すぎると、芯層を設け材料コストを低減する効果が低くなる恐れがある。

5 請求の範囲第26項の複合材料は、表面層が芯層の4面を囲繞しているとともに、複合材料の全体の10容量%以上65容量%以下を占めている必要があるが、その理由は、10容量%未満であると、曲げ強度が不十分となり、65容量%を越えると、充填材の添加効果である圧縮強度、釘保持性のいずれかが満足できなくなる恐れがある。

10 本発明の複合材料は、構造材料として適しており、木材代替として、また、コンクリート製品の軽量化を狙った用途、たとえば水処理場での覆蓋、法面土で使用される受圧板、シールド発進到達用土留め壁工法（以下、「SEW工法」と記す）に用いる堰板や請求の範囲第27項のように、枕木に用いることに適する。

15 ここで、SEW工法とは、土留め壁のシールド機が通過する部分に、高強度で耐久性に優れた性能を持つ壁を組み込んでおくことにより、従来の人力や機械による鏡切りを必要とせず、シールド機が直接上記の壁を切削し発進または到達することのできる工法を言う。

また、本発明の複合材料および合成枕木には、表面層あるいは芯層の露出部上に必要に応じて化粧層、耐候層、防水層をさらに設けるようにしても構わない。

20 耐候層としては、特に限定されないが、耐候性を付与する塗料の塗布によって形成される塗膜が挙げられる。

25 防水層としては、特に限定されないが、ゴム、合成樹脂、金属板やこれらの組み合わせからなる防水シートや防水板、さらには非浸水性の塗料の塗布によって形成される塗膜、パラフィンやワセリン等の油性材料からなる撥水性物質を塗布や含浸させて形成するものでもよい。

また、本発明の複合材料は、釘保持性が優れたものであるが、釘を打つ場所に予め下穴をあけ、下穴に接着剤を流し込んでから釘を打ち込んで、釘保持性をさ

らに上げることもできる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明にかかる複合材料の第1の実施の形態をあらわし、その縦断面図である。

5 図2は、図1の複合材料の芯層の曲げ応力の変化曲線である。

図3は、図1の複合材料の製造装置を模式的にあらわす模式図である。

図4は、図1の複合材料の芯層の断面を拡大して模式的にあらわす模式図である。

図5は、本発明にかかる複合材料の第2の実施の形態をあらわし、その縦断面図である。

図6は、本発明にかかる複合材料の第3の実施の形態をあらわし、その縦断面図である。

図7は、本発明にかかる複合材料の第4の実施の形態をあらわし、その縦断面図である。

15 図8は、本発明にかかる複合材料の第5の実施の形態をあらわし、その縦断面図である。

図9は、本発明にかかる複合材料の第6の実施の形態をあらわし、その縦断面図である。

20 図10は、本発明にかかる複合材料の第7の実施の形態であらわし、その模式的にあらわした斜視図である。

図11は、複合材料の曲げ強度の発現メカニズムを説明する説明図である。

図12は、本発明にかかる複合材料の第8の実施の形態であらわす斜視図である。

25 図13は、図12の複合材料の製造に用いる堅型製造ラインを模式的にあらわす説明図である。

図14は、参考例1で製造した複合材料の断面図である。

図15は、参考例2で製造した複合材料の断面図である。

図16は、剪断試験の方法を説明する説明図である。

図17は、従来の複合材料の芯層の断面を拡大して模式的にあらわす模式図である。

図18は、充填材の粒径分布曲線からピークエリアの体積%の求め方を説明する説明図である。

発明を実施するための最良の形態

以下に、本発明の実施の形態を、図面を参照しつつ詳しく述べる。

図1は本発明にかかる複合材料の第1の実施の形態をあらわしている。

図1に示すように、この複合材料1aは、芯層2aと表面層3aとを備えている。

芯層2aは、充填材22と熱硬化性樹脂21とからなり、芯層体積と充填材嵩密度との積に対して0.7倍以上の重量の充填材22を含有するとともに、密度が0.3g/cm³以上2.3g/cm³以下になっている。

充填材22は、無機粉粒体、汚泥乾燥粉粒体、繊維強化樹脂粉碎物からなる群より選ばれた少なくとも1種の粉粒体で形成されている。

また、芯層2aは、図2に示すように、その曲げ撓みの変化に伴う曲げ応力の変化をプロットすると、その接線Tの傾きが、曲げを始めた時点から徐々に減少していくが、負の値になる前に再び増加する特異点Pを備えた変化曲線になっているとともに、この特異点Pでの撓みが0.8%以下である。しかも、特異点での撓みからさらに撓ませる時の芯層の曲げ弾性率が800MPa以上となっている。

表面層3aは、芯層2aを周囲から囲繞するように芯層2aに一体に設けられていて、長繊維5が長手方向に略平行に配置された発泡熱硬化性樹脂で形成されている。

また、表面層3aは、全体の10容量%以上65容量%未満を占めている。

つぎに、図3に示す製造装置を用いたこの複合材料1aの製造方法を詳しく説明する。

図3に示すように、この製造装置4は、吐出機41と、含浸装置42と、連続ニーダー43と、賦形型44と、成形用通路45と、引取り機46とを備えている。

吐出機41は、原料タンク（図示せず）から送られてきた熱硬化性樹脂原料を混合して得た発泡熱硬化性樹脂液59を連続的に吐出して、引き揃えられつつ成形用通路45を通って引取り機46側に連続的に引き取られる長繊維群55の上に振りかけるようになっている。

含浸装置42は、含浸板42aとこの含浸板42aを受ける含浸台（図示せず）とを備え、発泡熱硬化性樹脂液59が振りかけられた長繊維群55を含浸台と含浸板42aとの間で揉み、各繊維と繊維との間に均等に発泡熱硬化性樹脂液59を含浸させるようになっている。

連続ニーダー43は、芯層2aを形成する発泡熱硬化性樹脂液と充填材とを混合し混合原料とともに、この混合原料を連続的に賦形型44へ送るようになっている。

賦形型44は、連続ニーダー43から送り込まれた混合原料を所定の連続的に賦形して賦形物を含浸装置42と成形用通路45との間で長繊維群55の中央部に芯層形成用の賦形物58として連続的に送り込むようになっている。

成形用通路45は、駆動手段によって同一方向に回転駆動する4つの無端ベルト45a（図では2つしかあらわされていない）を組み合わせて断面矩形に形成されているとともに、図示していないが、加熱装置を備え、成形用通路45内へ連続して送り込まれる長繊維5に含浸された発泡熱硬化性樹脂液59および賦形物58中の発泡熱硬化性樹脂液をそれぞれ発泡硬化させて図1に示すような断面形状の芯層2aおよび表面層3aを備えた複合材料1aとして連続的に送り出すようになっている。

引取り機46は、この複合材料1aを一定速度で引き取るようになっている。

以上のようにして得られた複合材料1aは、表面層3aが熱硬化性樹脂内に長繊維5を長手方向に平行に並べた状態に形成されているので、釘等が容易に打ち

込め、長手方向の曲げ強度にも優れている。

また、芯層 2 a が、充填材 2 2 と熱硬化性樹脂 2 1 とからなり、芯層体積と充填材嵩密度との積に対して 0.7 倍以上の重量の充填材 2 2 を含有するとともに、密度が 0.3 g/cm^3 以上 2.3 g/cm^3 以下になつてゐるので、図 4 に示す 5 ように、充填材 2 2 同士が接触した状態で熱硬化性樹脂によって接着されている。

したがつて、圧縮に対しては芯層 2 a の変形が小さく、表面層 3 a に依存するため、表面層 3 a の圧縮比例限界を下回ることがなく、総合的に見て圧縮強度に優れないとともに、芯層 2 a の充填材 2 2 によって釘抜き性能が向上する。す 10 なわち、充填材 2 2 が密であるため、充填材 2 2 と熱硬化性樹脂 2 1 によって引抜き抵抗力が大きくなり、引抜き強度が大きくなる。

さらに、充填材 2 2 として、無機粉粒体、汚泥乾燥粉粒体、繊維強化樹脂粉碎物が用いられているので、充填材の熱膨張率が熱硬化性樹脂の約 $1/10$ 程度となり、芯層 2 a とガラス繊維で補強された表面層 3 a と熱膨張率が近くなる。し 15 たがつて、環境温度に大きな温度変化が生じても表面層と芯層の界面に歪みが生じず、長期的な層間接着性の信頼性が高い。

また、表面層 3 a が、長手方向に平行な長繊維によって補強された発泡熱硬化性樹脂からなり、全体の 10 容量% 以上 65 容量% 以下を占めているので、曲げ強度において充分な特性を備えているとともに、釘を打つ最にも亀裂が走りにく 20 い。

しかも、芯層 2 a の曲げ応力の変化曲線が、接線の傾きが、曲げを始めた時点から徐々に減少していくが、負の値になる前に再び増加する特異点 P を備えているとともに、この特異点 P での撓みが 0.8% 以下である。しかも、特異点での撓みからさらに撓ませる時の芯層の曲げ弾性率が 800 MPa 以上となっているので、曲げ強度が向上する。すなわち、特異点があらわれると言つることは、曲げや圧縮の際に充填材同士が充分に接触し、強度が向上する。

図 5 は、本発明にかかる複合材料の第 2 の実施の形態をあらわしている。

図5に示すように、この複合材料1bは、芯層2bの上下面に表面層3bをサンドイッチ状に設けられている。

芯層2bは、50容量%を越え95容量%以下の割合で含まれた充填材と、ポリオール当量が230以上1500以下である発泡ポリウレタン樹脂、または、
5 密度が0.3g/cm³以上でポリオール当量が1500以下の発泡ポリウレタン樹脂とから形成されている。

表面層3bは、長手方向に平行な長繊維で強化された発泡熱硬化性樹脂から形成されている。

この複合材料1bは、まず、充填材と発泡ポリウレタン樹脂液とからなる混合物を注型金型に充填して芯層形状に賦形したのち、この賦形物を硬化前に表面層となる繊維で強化された熱硬化性樹脂発泡板で挟み込み、この状態で型内で賦形物を加熱硬化させて得るようになっている。

この複合材料1bは、上記のように、芯層2bが、充填材を50容量%を越え95容量%以下の割合で含んでいるので、上記複合材料1aと同様に充填材22同士が接触した状態で発泡ポリウレタン樹脂によって接着されている。

したがって、圧縮に対しては芯層2bの変形が小さく、表面層3bに依存するため、表面層3bの圧縮比例限界を下回ることがなく、総合的に見て圧縮強度に優れているとともに、芯層2bの充填材によって釘抜き性能が向上する。すなわち、充填材22が密であるため、充填材と発泡ポリウレタン樹脂によって引抜き抵抗力が大きくなり、引抜き強度が大きくなる。

しかも、芯層2bを形成する発泡ポリウレタン樹脂が、230以上1500以下のポリオール当量、または、0.3g/cm³以上の密度で1500以下のポリオール当量であるので、撓み性も向上する。

したがって、枕木等として使用した場合、振動を吸収しやすく、騒音が減少する。また芯層が破壊しにくいために劣化による損傷が起こっても表面層の損傷となり、損傷が発見しやすくなる。

さらに、芯層の充填材の比重を調整することによって得られる複合材料の比重

をたやすく調整することができ、軽量性を求められる用途から重量を求められる用途まで用いることができる。

図6は、本発明の複合材料の第3の実施の形態をあらわしている。

図6に示すように、この複合材料1cは、芯層形成材料当としての2つの充填材入り層23, 24から形成されている芯層2cと、この芯層2cの四周を囲むように設けられた表面層3cとを備えている。

充填材入り層23, 24は、ポリオール当量が230以上1500以下である発泡ポリウレタン樹脂、または、密度が0.3g/cm³以上でポリオール当量が1500以下である発泡ポリウレタン樹脂と、充填材入り層23, 24の体積と充填材嵩密度との積に対して0.7倍以上の重量の充填材とを含む材料から形成されている。

また、両充填材入り層23, 24は、その充填材の配合割合が異なっており、物性が少し異なるとともに、その界面で接着されている。

表面層3cは、長手方向に平行な長繊維で強化された発泡熱硬化性樹脂から形成されている。

この複合材料1cは、以上のように、芯層2cが物性の異なる2つの充填材入り層23, 24で形成されているので、曲げに対して充填材入り層23, 24および表面層3cが効率よく働き、強度や撓み性が向上する。

図7は、本発明の複合材料の第4の実施の形態をあらわしている。

図7に示すように、この複合材料1dは、芯層2dが物性の異なる2つの充填材入り層23, 24と中間繊維補強層25とから形成されている以外は、上記複合材料1cと同様になっている。

すなわち、中間繊維補強層25は、表面層3cと同様に長手方向に平行な長繊維で強化された発泡熱硬化性樹脂から形成されるとともに、上下の充填材入り層23, 24と接着一体化されている。

この複合材料1dは、以上のように、充填材入り層23と充填材入り層24との間に中間繊維補強層25が設けられているので、打ち込まれた釘がこの中間繊

維補強層 2 5 の長纖維により拘束され、釘保持性がより向上する。

したがって、高い曲げ強度や曲げ弾性率が要求される枕木（特に鉄道用）、受圧板、シールド発進到達用土留め壁（S E W）として好適に使用することができる。また、高い曲げ強度や曲げ弾性率が要求されない用途でも製品サイズを小さくできることから材料コストの低減が可能となる。

図 8 は、本発明の複合材料の第 5 の実施の形態をあらわしている。

図 8 に示すように、この複合材料 1 e は、芯層 2 e が同一の充填材入り層 2 3 、 2 3 と中間纖維補強層 2 5 とから形成されている以外は、上記複合材料 1 d と同様になっている。

図 9 は、本発明の複合材料の第 6 の実施の形態をあらわしている。

図 9 に示すように、この複合材料 1 f は、芯層 2 f が、物性の異なる 3 つの充填材入り層 2 3 、 2 4 、 2 6 と、中間纖維補強層 2 5 とから形成されている以外は、上記複合材料 1 d 、 1 e と同様になっている。

すなわち、中間纖維補強層 2 5 が充填材入り層 2 4 と充填材入り層 2 6 との間に設けられ、充填材入り層 2 3 と充填材入り層 2 4 とが直接接着されている。

図 1 0 は、本発明の複合材料の第 7 の実施の形態をあらわしている。

図 1 0 に示すように、この複合材料 1 g は、合成樹脂を主成分とする芯層 2 g と、長手方向に平行な長纖維によって補強された発泡熱硬化性樹脂または長手方向に平行な長纖維によって補強された弾性合成樹脂からなり、芯層 2 g の四周を囲むように設けられた表面層 3 g とを備えている。

そして、芯層 2 g と、表面層 3 g とが、 $C S a \geq 1/2 \times C S b$ 、 $E a < E b$ 、 $E S a \geq 1/2 \times E S b$ の各式（式中、 $C a$ は芯層の長手方向の圧縮弾性率、 $C b$ は表面層の長手方向の圧縮弾性率、 $C S a$ は芯層の圧縮降伏歪み、 $C S b$ は表面層の圧縮降伏歪み、 $E a$ は芯層の引張り弾性率、 $E b$ は表面層の引張り弾性率、 $E S a$ は芯層の引張り降伏歪み、 $E S b$ は表面層の引張り降伏歪みをあらわす）を満足する関係を備えているとともに、 $3 0 0 \text{ MPa} \leq C a \leq 1 2 0 0 0 \text{ MPa}$ 、 $0 . 0 0 5 \leq C S a$ 、 $5 0 \text{ MPa} \leq E a$ 、 $0 . 0 0 5 \leq E S a$ 、 $2 0 0 0 \text{ MPa} \leq C b$

$\leq 8000 \text{ MPa}$ 、 $0.01 \leq CS_b$ 、 $5000 \text{ MPa} \leq Eb \leq 18000 \text{ MPa}$ ； $0.01 \leq Es_b$ になっている。

また、芯層 2 g は、芯層体積と充填材嵩密度との積に対して 0.7 倍以上の重量の充填材を含有し、その剪断破壊強度 DBa が 5 MPa 以上になっている。

この複合材料 1 g は、以上のようにになっているので、芯層の破壊が抑制され、曲げ強度、圧縮比例限界、釘打ち、釘抜き特性に加えて、撓み特性も向上する。したがって、枕木等として使用した場合、より振動を吸収しやすく、騒音が減少する。

図 12 は、本発明の複合材料の第 8 の実施の形態をあらわしている。

図 12 に示すように、この複合材料 1 h は、芯層 2 h と中間層 7 h と表面層 3 h とを備え、断面が矩形をしている。

芯層 2 h は、充填材と発泡ポリウレタン樹脂とからなり、芯層体積と充填材嵩密度との積に対して 0.7 倍以上の重量の充填材を含有するとともに、密度が 0.3 g/cm^3 以上 2.3 g/cm^3 以下になっている。

充填材は、無機粉粒体、汚泥乾燥粉粒体、繊維強化樹脂粉碎物からなる群より選ばれた少なくとも 1 種の粉粒体で形成されている。

表面層 3 h は、長繊維が長手方向に略平行に配置された発泡ポリウレタン樹脂で形成されている。

また、表面層 3 h は、全体の 10 容量% 以上 65 容量% 以下を占めている。

中間層 7 h は、非発泡熱硬化性樹脂としてのポリウレタン樹脂で形成されていて、表面層 3 h と芯層 2 h とが、この中間層 7 h を介して接着一体化されている。

また、中間層 7 h は、図示していないが、樹脂含浸性シート状体が配されているとともに、表面層 3 h の長繊維 5 の繊維方向に平行な圧縮を加えた時に、6 MPa 以上の剪断強度を備えている。

図 13 は、この複合材料 1 h の製造方法の 1 例である堅型賦形ラインをあらわしている。

以下に、図13を用いて、この製造方法は、各工程毎に分けて説明する。

(1) 長繊維の供給、引き揃え

図13において、得られる製品の各側面に対応する4方向から(図では2方向のみ示している)長繊維81が整流板(図示しない)から供給され、テンションをかけて所定間隔に略平行に引き揃えながら引き出された長繊維束82をそれぞれ一方向に進行させる。

(2) ロービングの含浸、配置、導入

その後、進行中の長繊維束82の上方にある発泡ポリウレタン樹脂タンク83から液状の発泡ポリウレタン樹脂を長繊維束82に滴下し付着させる。次に、発泡ポリウレタン樹脂が付着した長繊維束82を含浸板84に供給し、含浸板84を長繊維束の進行方向に直交する方向に往復運動させて長繊維束82を揉んで、長繊維束82を構成する長繊維間に発泡ポリウレタン樹脂を含浸させる。

そして、4つの側面に対応する含浸された樹脂含浸長繊維束85を移動金型86の対応する側面入り口にそれぞれ配置させる。

この時、進行方向の変更や微調整のため、ガイド(図示せず)等を用いることが可能である。

次に、引き取り機88からの推進力により樹脂含浸長繊維束85をそれぞれ移動金型86内へ、移動金型86の4側面に接しながら導入していく。ここで、移動金型86は、エンドレスベルト86aが4方向に(図では2方向のみ)配置された閉鎖空間を形成している。

(3) 樹脂含浸性シート状体の導入

まず、樹脂含浸性シート状体87上に非発泡熱硬化性樹脂液がミキシングヘッド89から滴下され、次いで、樹脂含浸性シート状体87は含浸ロール90を通過し、シート状体87内に非発泡熱硬化性樹脂が含浸される。含浸された樹脂含浸性シート状体87は、得られる複合材料1hにおいて芯層2hと表面層3hの間に配置される様、移動金型86内へと導入されていく。

(4) 充填材の投入

次に、移動金型 8 6 内の 4 側面に配置され、ポリウレタン樹脂液が含浸された長繊維束 8 5、およびその内側に位置する非発泡熱硬化性樹脂が含浸された樹脂含浸性シート状体 8 7 で囲まれた空間に、混合装置 9 1 から、珪砂等の充填材が添加混合された発泡ポリウレタン樹脂組成物 9 2 が、投入・落下される。混合装置 9 1 は発泡用ポリウレタン樹脂液の入り口 9 1 a と充填材の入り口 9 1 b および本体部（混合部）を備えている。

（5）積層体の賦形

上記充填材が含有された樹脂液と、その周囲にある樹脂液が含浸された長繊維束 8 5 および非発泡ポリウレタン樹脂等の非発泡熱硬化性樹脂で含浸された樹脂含浸性シート状体 8 7 は、移動金型 8 6 を構成するエンドレスベルト 8 6 a によって下方へと同調しつつ移動する。

移動中に、充填材含有樹脂液と樹脂液含浸長繊維束 8 5、および非発泡熱硬化性樹脂で含浸された樹脂含浸性シート状体 8 7 は、まず最初に、温調用セグメント 8 6 c によって加熱されたエンドレスベルト 8 6 a から熱を受け、発泡および硬化反応が行われ、芯層 2 h と表面層 3 h およびそれらの間に中間層 7 h が略形成された繊維強化樹脂積層体 1 h が得られる。この積層体 1 h は、次に、下方の温調用セグメント 8 6 c により冷却されたエンドレスベルト 8 6 a により冷却される。

（6）冷却

次に、複層構成体は移動金型 8 6 を抜けだし、冷却装置 9 3 に送られる。冷却装置 9 3 内では冷却ロール 9 3 a によって充分な冷却が行われる。

（7）切断

その後、繊維強化樹脂積層体は引き取り機 8 8 を通過後、切断機 9 4 によって所望の長さに切断されて複合材料 1 h が得らる。

この複合材料 1 h は、以上のように、表面層 3 h と芯層 2 h とが中間層 7 h を介して接着一体化されているので、複合材料 1 a と同様に、釘等が容易に打ち込め、長手方向の曲げ強度にも優れていることは勿論のこと、S E W 工法に用いる

シールド発進到達用土留め壁用などの構造材料として好適に用いることができる。

すなわち、特開平5—138797号公報等に開示されている複合材料のように、充填材が添加された熱硬化性樹脂発泡体からなる芯材の表面に、補強長繊維が長手方向に引き揃えられて略並行に並んで分散されている熱硬化性樹脂発泡体からなる表面層が積層されただけの複合材料の場合、厚物を比較的容易に製造することができるが、芯層および表面層が共に熱硬化性樹脂発泡体からなるものであるために、上記S E W工法等に用いるには、その界面強度が低く界面での剥離が起き易いために、実際上、同工法への使用が困難であるのが実情であった。

しかしながら、この複合材料1hの場合、表面層3hと芯層2hとが中間層7hを介してしっかりと接着一体化されているので、界面での剥離の問題なくなりる。すなわち、芯層と表面層における界面には非発泡の熱硬化性樹脂層が存在しているため、界面の接着強度つまり界面強度に優れたものとなる。

これは、界面の接着密度、つまり、単位面積当たりの化学結合及びアンカーによる結合度が、非発泡層同士の界面に比較して高いものとなっていることに起因するものと推測される。

しかも、中間層7hが、表面層3hの長繊維81の繊維方向に平行な圧縮を加えた時に、6 MPa以上の剪断強度を備えているので、繰り返し曲げ疲労を受けても中間層が破壊せず、芯層あるいは表面層が破壊する。したがって、中間層が破壊された時のように、破壊面に伝播し、急激に強度低下が進むことがなくなる。したがって、たとえば、S E W工法に用いるシールド発進到達用土留め壁用などの構造材料や枕木のように高弾性、高強度な曲げ物性や、繰り返し曲げ疲労に対する耐久性の必要な用途により好適に用いることができる。

本発明にかかる複合材料は、上記の実施の形態に限定されない。たとえば、上記の実施の形態の製造装置4では、長繊維群55の上から発泡熱硬化性樹脂液59を振りかけたのち、含浸装置42で含浸させるようになっていたが、長繊維群55を発泡熱硬化性樹脂液中に浸漬させるようにしても構わなし、バンクを設け

た 2 つ の ロール を 通 過 さ せ て 含 浸 さ せ る よ う に し て も 構 わ な い。

また、上記の複合材料 1 h の 製 造 方 法 で は 穫 型 の 製 造 装 置 を 用 い て い た が、 橫 型 の 製 造 装 置 を 用 い て も 構 わ な い。

実 施 例

5 以下に、本発明の実施例をより詳しく説明する。

(実施例 1)

以下 の 表 1 に 示 す 発 泡 熱 硬 化 性 ウ レ タ ン 樹 脂 液 お よ び 充 填 材 か ら な る 1 9 0 × 1 0 0 mm の 大 き さ の 断 面 を 有 す る 芯 層 を 製 造 し た の ち、 この 芯 層 を 注 型 成 形 金 型 に 入 れ、 長 手 方 向 4 面 に 沿 て、 表 1 に 示 す 長 繊 維 お よ び 発 泡 熱 硬 化 性 樹 脂 液 か ら な る 表 面 層 を 備 え た 2 0 0 × 1 4 0 mm の 大 き さ の 断 面 を 有 す る 複 合 材 料 を 製 造 し た。

得 ら れ た 複 合 材 料 は、 芯 層 と 芯 層 の 厚 み 方 向 を 被 覆 し て い る 表 面 層 の 厚 み の 総 和 と の 比 が 2.5 で あ り、 厚 み 方 向 に 曲 げ た 時 の 引 張 力 が 働 く 側 の 表 面 層 の 厚 み が 複 合 材 料 全 体 の 厚 み に 対 し 14%、 圧 縮 力 が 働 く 側 の 表 面 層 が 複 合 材 料 全 体 の 厚 み に 対 し て 14% で あ っ た。

な お、 表 1 中、 ポ リ エ テ ル ポ リ オ ル は、 プ ロ ピ レ ン オ キ サ イ ド 付 加 ポ リ エ テ ル ポ リ オ ル (住 友 バ イ エ ル ウ レ タ ン 社 製 ス ミ フ ェ ン 1703、 水 酸 基 価 380、 ポ リ オ ル 当 量 147) を 表 し、 ピーク 粒 径 比 は、 隣 接 す る 8 体 積 % 以 上 の ピーク エ リ ア の 最 多 粒 径 値 の 比 を 表 す。

20 また、 充 填 材 の 粒 径 は、 ふ る い に よ り 表 1 に 示 す よ う に 調 整 し た。 充 填 割 合 は、 芯 層 中 の 充 填 材 量 重 量 を (芯 層 体 積 × 充 填 材 の 高 密 度) で 除 す る こ と に よ り 求 め た。 ま た、 以 下 の 表 に お け る 密 度 の 単 位 は g / cm³ で あ る。

【表 1】

(実施例 2)

25 以下 の 表 2 に 示 す 発 泡 熱 硬 化 性 ウ レ タ ン 樹 脂 液 お よ び 充 填 材 か ら な る 1 9 0 × 1 6 0 mm の 大 き さ の 断 面 を 有 す る 芯 层 を 製 造 し た の ち、 この 芯 层 を 注 型 成 形 金 型 に 入 れ、 長 手 方 向 4 面 に 沿 て、 表 1 に 示 す 長 繊 維 お よ び 発 泡 熱 硬 化 性 樹 脂 液 か

らなる表面層を備えた 200×200 mm の大きさの断面を有する複合材料を製造した。

得られた複合材料は、芯層と芯層の厚み方向を被覆している表面層の厚みの総和との比が 4 であり、厚み方向に曲げた時の引張力が働く側の表面層の厚みが複合材料全体の厚みに対し 10 %、圧縮力が働く側の表面層が複合材料全体の厚みに対して 10 % であった。

なお、表 2 中、ポリエーテルポリオールは、プロピレンオキサイド付加ポリエーテルポリオール（三井化学社製 MN-3050S、水酸基価 56、ポリオール当量 1000）を表し、ピーク粒径比は、隣接する 8 体積 % 以上のピークエリアの最多粒径値の比を表す。

また、充填材の粒径は、ふるいにより表 2 に示すように調整した。

【表 2】

（実施例 3）

以下の表 3 に示す発泡熱硬化性ウレタン樹脂液および充填材からなる 190×15 80 mm の大きさの断面を有する芯層を製造したのち、この芯層を注型成形金型に入れ、長手方向 4 面に沿って、表 3 に示す長繊維および発泡熱硬化性樹脂液からなる表面層を備えた 200×120 mm の大きさの断面を有する複合材料を製造した。

得られた複合材料は、芯層と芯層の厚み方向を被覆している表面層の厚みの総和との比が 2 であり、厚み方向に曲げた時の引張力が働く側の表面層の厚みが複合材料全体の厚みに対し 21 %、圧縮力が働く側の表面層が複合材料全体の厚みに対して 13 % であった。

なお、表 3 中、ポリエーテルポリオールは、プロピレンオキサイド付加ポリエーテルポリオール（住友バイエルウレタン社製 スミフェン 1703、水酸基価 380）50 重量 % と、プロピレンオキサイド付加ポリエーテルポリオール（住友バイエルウレタン社製 スミフェン 3900、水酸基価 35）50 重量 % とを混合し、ポリオール当量 270 としたものを表す。

また、充填材の粒径は、ふるいにより表3に示すように調整した。

【表3】

(実施例4)

以下の表4に示す発泡熱硬化性ウレタン樹脂液および充填材からなる190×100mmの大きさの断面を有する芯層を製造したのち、この芯層を注型成形金型に入れ、長手方向4面に沿って、表4に示す長纖維および発泡熱硬化性樹脂液からなる表面層を備えた200×140mmの大きさの断面を有する複合材料を製造した。

得られた複合材料は、芯層と芯層の厚み方向を被覆している表面層の厚みの総和との比が2.5であり、厚み方向に曲げた時の引張力が働く側の表面層の厚みが複合材料全体の厚みに対し14%、圧縮力が働く側の表面層が複合材料全体の厚みに対して14%であった。

なお、表4中、ポリエーテルポリオールは、プロピレンオキサイド付加ポリエーテルポリオール（住友バイエルウレタン社製 スミフェン1703、水酸基価380）50重量%と、プロピレンオキサイド付加ポリエーテルポリオール（住友バイエルウレタン社製 スミフェン3900、水酸基価35）50重量%とを混合し、ポリオール当量270としたものを表す。

また、充填材の粒径は、ふるいにより表4に示すように調整した。

【表4】

(実施例5)

以下の表5に示すポリエチレンテレフタレート樹脂粉末および充填材を混合分散させたのち、この混合物を用いて熱プレス成形により200×100mmの大きさの断面を有する芯層を製造したのち、この芯層を注型成形金型に入れ、表3に示す長纖維およびイソ系不飽和ポリエステル樹脂液およびフライアッシュバルーン（日本フェライト社製）からなる表面層を上下2面に沿って備えた200×140mmの大きさの断面を有する複合材料を製造した。

得られた複合材料は、芯層と芯層の厚み方向を被覆している表面層の厚みの総

和との比が 2.5 であり、厚み方向に曲げた時の引張力が働く側の表面層の厚みが複合材料全体の厚みに対し 14%、圧縮力が働く側の表面層が複合材料全体の厚みに対して 14% であった。

また、充填材の粒径は、ふるいにより表 5 に示すように調整した。

5 【表 5】

(比較例 1)

以下の表 6 に示す芯層および表面層とした以外は、実施例 1 と同様にして複合材料を製造した。

【表 6】

10 (比較例 2)

以下の表 7 に示す芯層および表面層とした以外は、実施例 1 と同様にして複合材料を製造した。

【表 7】

(比較例 3)

15 以下の表 8 に示す芯層および表面層とした以外は、実施例 1 と同様にして複合材料を製造した。

但し、ポリエーテルポリオールとしては、プロピレンオキサイド付加ポリエーテルポリオール（三井化学社製 MN-300、水酸基価 560、ポリオール当量 100）を用いた。

20 【表 8】

(比較例 4)

以下の表 9 に示す芯層および表面層とした以外は、実施例 1 と同様にして複合材料を製造した。

但し、ポリエーテルポリオールとしては、プロピレンオキサイド付加ポリエーテルポリオール（住友バイエルウレタン社製 スミフェン 3900、水酸基価 35、ポリオール当量 1600）を用いた。

【表 9】

上記実施例1～5および比較例1～4で得られた複合材料の曲げ強度、圧縮比例限界、釘打ち特性、釘抜き特性を調べその結果を表10に示した。また、実施例1～4および比較例3、4については、撓み性についても調べ、実施例1～3および比較例1については、繰り返し釘抜き性について調べ、その結果を表10に併せて示した。

なお、曲げ強度および圧縮比例限界については、JIS Z 2101の方法に準じて測定した。

また、釘打ちに関しては、 $\phi 17\text{ mm}$ の下穴を深さ 110 mm 穿設し、JIS E 1109のレール用ねじ釘をこの下穴にねじ込み、この時の穿設で割れが生じず、締め付け回転トルクが $80\text{ kN}\cdot\text{m}$ 以下であり、かつ、ねじ締めで表面に亀裂が入らなかったものを○、それ以外を×で示した。

釘抜き特性については、釘打ち特性試験においてねじ込んだねじ釘を引っ張り、 38 kN 以上を◎◎、 33 kN 以上を◎、 28 kN 以上を○、 23 kN 以上を△、 23 kN 未満を×であらわした。

繰り返し釘抜きは、釘抜き特性試験においてねじ込んだねじ釘を最大荷重 20 kN 、 3 Hz の正弦波で繰り返し引張評価した。100万回引抜きを繰り返しても破壊しなかったものを◎、10万回以上100万回未満でねじ釘が抜けたものを○、10万回未満でねじ釘が抜けたものを×であらわした。

撓み性については、

曲げ強度評価時の最大荷重点に対応するスパン中央部の撓み $= \Delta y$ を用い、次式から計算した。

$$\text{撓み (\%)} = 6 \times (\text{試験体の厚み}) \times \Delta y / (\text{スパン})^2 \times 100$$

【表10】

表10から本発明の複合材料が、曲げ強度、圧縮特性および釘打ち、釘抜き特性に優れていることがわかる。

(実施例6)

以下の表11に示す発泡熱硬化性樹脂液に充填材を分散させたのち、金型に仕

込み、100°Cで30分間発泡硬化反応を行い、200mm×100mmの矩形断面を有する芯層を得た。

つぎに、表11に示す長繊維110重量部に対し、表11に示す熱硬化性発泡ウレタン混合液を110重量部ふりかけて含浸させたのち、長繊維が芯層の長手方向に平行に揃えた状態で芯層の上下面および両側面に芯層の上下面（厚み方向）にそれぞれ20mmの厚さで、両側面（幅方向）にそれぞれ5mmの厚さで沿わせたのち、金型に投入し、80°C30分で発泡硬化させ断面210mm×140mmの複合材料を得た。

なお、芯層の発泡熱硬化性樹脂液中、プロピレンオキサイド付加ポリエーテルポリオールとしては、住友バイエルウレタン社製スミフェン1703（水酸基価380、ポリオール当量147）を用いた。

【表11】

（実施例7）

以下の表12に示す芯層および表面層とした以外は、実施例6と同様にして複合材料を製造した。

なお、芯層の発泡熱硬化性樹脂液中、プロピレンオキサイド付加ポリエーテルポリオールとしては、住友バイエルウレタン社製スミフェン1703（水酸基価380、ポリオール当量147）50重量%と、住友バイエルウレタン社製スミフェン3900（水酸基価35、ポリオール当量1600）50重量%との混合体を用いた。

【表12】

（比較例5）

以下の表13に示す芯層および表面層とした以外は、実施例6と同様にして複合材料を製造した。

なお、芯層の発泡熱硬化性樹脂液中、プロピレンオキサイド付加ポリエーテルポリオールとしては、住友バイエルウレタン社製スミフェン1703（水酸基価380、ポリオール当量147）を用いた。

【表13】

(比較例6)

実施例6の表面層と同じ配合で長手方向に繊維強化された発泡樹脂のみからなる成形体を得た。

5 上記実施例6, 7および比較例5, 6で得られた複合材料あるいは成形体について圧縮比例限界と釘抜き抵抗を、実施例6, 7および比較例5で得られた複合材料について曲げ強度、曲げ弾性率および特異点での撓み(%)、特異点からさらに撓みが増加する時の曲げ弾性率を測定し、その結果を表14に示した。

10 なお、撓みが増加する時の曲げ弾性率は、撓みが大きい方向から求めた特異点での接線の傾きから計算した。

曲げ強度、曲げ弾性率、圧縮比例限界は、JIS Z 2101の方法により測定した。

15 撓みは、上記曲げ強度評価時の最大荷重点に対応するスパン中央部の撓み=Δyを用い、撓み(%) = $6 \times (\text{試験体の厚み}) \times \Delta y / (\text{スパン})^2 \times 100$ の式を用いて求めた。

芯層および複合材料の曲げの方向は、試料の長手方向に対し、垂直方向とした。複合材料は表面層に含まれている長繊維の配向方向を試料の長手方向とした。

20 釘抜き特性は、試料の表面層により被覆された面に直径17mm、深さ110mmの下穴を穿ったあと、JIS E 1109のレール用ねじ釘を首下20mmまで打ち込み、毎分10mmで引抜き抵抗値を測定し、23kN以上を△、28kN以上を○、33kN以上を◎、23kN未満を×で示した。

【表14】

25 表14から、本発明の複合材料の構成にすれば、曲げ、圧縮強度に優れ、特に芯層の無い表面層だけのものと比べ圧縮特性が向上しているとともに、釘抜き抵抗にも優れているので、合成木材特に枕木として有効に利用できることがわかる。

(実施例8)

実施例 6 の芯層形成に用いたのと同様の充填材入り発泡熱硬化性樹脂液を、まず、第 1 の充填材入り層用として金型内に投入し表面を均したのち、その上にさらに同様の充填材入り発泡熱硬化性樹脂液を第 2 の充填材入り層用として金型内に投入した。そして、100°Cで30分間発泡硬化反応を行い、200mm×100mmの矩形断面を有し、厚み50mmの第1の充填材入り層と、厚み50mmの第2の充填材入り層とが積層された芯層を製造した。

つぎに、実施例 6 と同じ構成の表面層を備え、210×140mmの大きさの断面を有する複合材料を注型成形した。

10 (実施例 9)

実施例 6 の芯層形成に用いたのと同様の充填材入り発泡熱硬化性樹脂液を、まず、第 1 の充填材入り層用として金型内に投入し、100°Cで30分間発泡硬化反応を行い、200mm×50mmの矩形断面を有する第1の充填材入り層となる板材を得た。

15 次いで、実施例 6 の表面層の作製条件と同様にして上記板材の上面に20mm、下面に5mm、左右面に5mmの厚みの長繊維補強層を備えた210×75mmの第1の中間材料を得た。

また、実施例 2 の芯層形成に用いたのと同様の充填材入り発泡熱硬化性樹脂液を、まず、第 2 の充填材入り層用として金型内に投入し、100°Cで30分間発泡硬化反応を行い、200mm×50mmの矩形断面を有する第2の充填材入り層となる板材を得た。

次いで、実施例 6 の表面層の作製条件と同様にして上記板材の上面に5mm、下面に5mm、左右面に5mmの厚みの長繊維補強層を備えた210×65mmの第2の中間材料を得た。

25 上記のようにして得られた第1の中間材料の下面と第2の中間材料の上面とにエポキシ系接着剤（積水化学工業社製エスロン410）を塗布するとともに、これらの塗布面を合わせて室温で24時間圧着し、第1の充填材入り層と、第2の

充填材入り層との間に 10 mm の厚みの中間繊維補強層を備えた複合材料を得た。

上記実施例 8 および実施例 9 で得られた複合材料の曲げ強度、曲げ弾性率、釘抜き特性、撓みを調べその結果を実施例 6 の複合材料のものと合わせて表 15 に示した。

5 なお、釘抜き特性は、試料の表面層により被覆された面に直径 17 mm、深さ 1
20 mm の下穴を穿ったあと、J I S E 1109 のレール用ねじ釘を首下 20
mm まで打ち込み、毎分 10 mm で引抜き抵抗値を測定し、23 kN 以上を△、28
kN 以上を○、33 kN 以上を◎、38 kN 以上を◎◎、43 kN 以上を◎◎◎
23 kN 未満を×で示した。

10 【表 15】

表 15 に示すように、複数の芯層形成材料層を積層して芯層を形成すると、単層構造の芯層を有する複合材料に比べ、曲げ強度が向上し、さらに、充填材入り層と充填材入り層との間に中間繊維補強層を設けた芯層とすれば、釘抜き特性も向上することが分かる。

15 (実施例 10)

表 16 に示すように、塩化ビニル樹脂（徳山積水工業社製 PVC コンパウンド
100 重量部に発泡剤としての ADCA（アゾジカルボンアミド）0.05 重量
部配合した発泡塩化ビニル樹脂原料を押出成形して 160 × 100 mm の大きさの
断面を有する芯層となる板状成形品を得た。

20 この板状成形品の周囲を、表 16 に示す長繊維および発泡熱硬化性樹脂液およ
び図 3 に示す製造装置 4 を用いて、断面が 160 × 100 mm の大きさの芯層の周
囲に表面層を備えた 200 × 140 mm の大きさの断面を有する複合材料を製造し
た。

【表 16】

25 (実施例 11)

以下の表 17 に示す発泡熱硬化性樹脂液および充填材からなる 160 × 100
mm の大きさの断面を有する芯層の周囲を囲繞するように、表 17 に示す長繊維お

より発泡熱硬化性樹脂液からなる表面層を備えた 200×140 mmの大きさの断面を有する複合材料を図3に示す製造装置4で製造した。なお、賦形型から押し出された賦形物の断面は、 160×100 mmであった。

【表17】

5 (実施例12)

以下の表18に示す発泡熱硬化性樹脂液および充填材からなる 160×100 mmの大きさの断面を有する芯層の周囲を囲繞するよう、表18に示す長繊維および発泡熱硬化性樹脂液からなる表面層を備えた 200×140 mmの大きさの断面を有する複合材料を図3に示す製造装置4で製造した。なお、賦形型から押し出された賦形物の断面は、 160×100 mmであった。

10 【表18】

(比較例7)

実施例10の表面層に用いた長繊維および発泡熱硬化性樹脂液のみからなる 200×140 mmの大きさの断面を有する複合材料を製造した。

15 (比較例8)

表19に示すように、レゾール系フェノール粉体（鐘紡社製商品名ベルパール）20重量部と5号珪砂80重量部との混合物を予熱後、 200°C 、 20 kgf/cm^2 で熱プレスして 160×100 mmの断面形状をした芯層となる多孔体を得た。

この多孔体の周囲を、表19に示す長繊維および発泡熱硬化性樹脂液および図3に示す製造装置4を用いて、断面が 160×100 mmの大きさの芯層の周囲に表面層を備えた 200×140 mmの大きさの断面を有する複合材料を製造した。

【表19】

(比較例9)

表20に示すように、ポリスチレン樹脂（住友化学社製）を押出発泡して断面が 160×100 mmの大きさの芯層となるポリスチレン低倍率発泡体を得た。

この発泡体の周囲を、表20に示す長繊維および発泡熱硬化性樹脂液および図3に示す製造装置4を用いて、断面が 160×100 mmの大きさの芯層の周囲に

表面層を備えた 200×140 mm の大きさの断面を有する複合材料を製造した。

【表 20】

(比較例 10)

表 21 に示す組成のウレタン樹脂を用いて 160×100 mm の大きさの芯層となる弾性ウレタンフォームを得た。

この弾性ウレタンフォームの周囲を、表 21 に示す長纖維および発泡熱硬化性樹脂液および図 3 に示す製造装置 4 を用いて、断面が 160×100 mm の大きさの芯層の周囲に表面層を備えた 200×140 mm の大きさの断面を有する複合材料を製造した。

【表 21】

上記実施例 10 ~ 12 および比較例 7 ~ 10 で得られた複合材料の Ca、Cb、CSa、CSb、Ea、Eb、ESa、ESb、DBa、曲げ強度、釘打ち特性、釘抜き特性を調べ、その結果を表 22 に示した。

【表 22】

表 22 から、CSa、CSb、Ea、Eb、ESa、ESb、DBa を請求の範囲第 10 項および請求の範囲第 11 項の複合材料の構成にすれば、表層の体積を減じ、曲げ強度を向上させることができるとともに、圧縮比例限界、釘打ち、釘行き特性に加え、撓み特性も向上することがよくわかる。

(実施例 13)

180 × 100 mm の大きさの断面を有する以下の表 23 に示す芯層、厚さ約 2 mm の非発泡ウレタン樹脂と樹脂含浸性シート状体としてのポリエスチル系不織布(旭化成社製スパンボンド E 1050)とからなる中間層、および、表 23 に示す表面層を備えた 200×140 mm の大きさの断面を有する 2020 mm の長さの複合材料を図 13 に示す堅型製造ラインで製造した。

【表 23】

得られた複合材料の芯層と表面層の界面付近を、電子顕微鏡で観察したところ、樹脂含浸性シート状体が配された中間層が存在していることが確認された。

(実施例 1 4)

以下の表 2 4 に示す表面層、中間層、芯層とした以外は、上記実施例 1 3 と同様にして、複合材料を製造した。

なお、芯層と表面層の間には、厚さ 3 mm 程度のエポキシ樹脂製の中間層が形成

5 されていた。

【表 2 4】

(参考例 1)

中間層を設けなかった以外は、実施例 1 3 と同様にして、図 1 4 に示すような芯層 2 i と表面層 3 i とを有する複合材料 1 i を製造した。

10 (参考例 2)

図 1 5 に示すように、実施例 1 3 の表面層の構成のみの複合材料 1 j を製造した。

上記の実施例 1 3 、 1 4 および参考例 1 、 2 から得た複合材料の芯層および表面層の界面の剪断強度を測定し、その測定結果を曲げ強さ、曲げ弾性率、および 15 圧縮強度(J I S K 2 1 0 1)、切削性等の木材加工性の結果と合わせて表 2 5 に示した。

なお、剪断強度については、 J I S Z 2 1 0 1 に準拠した方法で試験機としてはオリエンテック社製「テンシロン U C T - 5 T 」を使用、クロスヘッド速度は 1 mm/ 分とした。

20 【表 2 5】

上記表 2 5 から、請求の範囲第 1 3 項の複合材料のように、表面層と芯層と間に中間層を設け、この中間層によって表面層と芯層とを接着一体化するようすれば、中間層のないものに比べ、はるかに強い界面強度を持ち、さらに一用途としての S E W 工法にも充分用いることのできることがよくわかる。

25 (実施例 1 5)

以下の表 2 6 に示す表面層、中間層、芯層とした以外は、上記実施例 1 3 と同様にして、複合材料を製造した。

なお、プロピレンオイサイド付加ポリエーテルポリオールとしては、住友バイレルウレタン社製スミフェン1703（水酸基価380、ポリオール当量147）を用いた。

得られた複合材料は、芯層の剪断強度が6 MPa 表面層の剪断強度が8 MPa で芯層と表面層との間に1 mmの厚みで樹脂密度が芯層の1.1倍の0.50である低発泡樹脂からなる中間層ができていた。

【表26】

（実施例16）

以下の表27に示す表面層、中間層、芯層とした以外は、上記実施例13と同様にして、複合材料を製造した。

得られた複合材料は、芯層の剪断強度が6 MPa 表面層の剪断強度が8 MPa で芯層－不織布間、および不織布－表面層間がそれぞれ1 mmの厚みで樹脂密度が芯層の1.1倍の0.50となる中間層部分ができていた。

【表27】

（実施例17）

以下の表28に示す表面層、中間層、芯層とした以外は、上記実施例13と同様にして、複合材料を製造した。

得られた複合材料は、芯層の剪断強度が6 MPa 表面層の剪断強度が8 MPa で芯層－不織布間、および不織布－表面層間がそれぞれ1 mmの厚みで樹脂密度が芯層の1.1倍の0.48となる中間層部分ができていた。

【表28】

上記実施例15～17および比較例5で得られた複合材料についてJIS Z 2101の方法による剪断試験を繊維方向に平行な圧縮力をかけて、図16に示すように、破壊面が芯層2 kと表面層3 kとの間の中間層7 k部分になるように測定した結果を表29に示した。また、同時にJIS Z 2101の方法により曲げ強度、曲げ弾性率を測定した結果、および繰り返し曲げ疲労試験を行った結果を合わせて表29に示した。

なお、繰り返し曲げ疲労試験は、スパン間距離を 1960 mm、曲げ応力 60 MPa、周波数 6 Hz による定応力繰り返し曲げ試験を行い、破断までの繰り返し回数が 1×10^7 以上を◎、 1×10^7 未満 1×10^6 以上を○、 1×10^6 未満を×で示した。また、破壊形態では表面層と芯層の間で破壊が起こるときを×、破壊が表面層と芯層の間で破壊が起こらないとき、または 1×10^7 以上の繰り返しで破壊に到らないときを○とした。

【表 29】

上記表 29 から、請求の範囲第 20 項の複合材料によれば、曲げ強度や曲げ弾性率だけでなく、繰返し曲げ耐久性に優れたものとなることが良く分かる。

10

産業上の利用可能性

本発明にかかる複合材料は、以上のように構成されているので、より圧縮強度や釘打ち性能の向上が望める。

15

また、枕木等として使用した場合、振動を吸収しやすく、騒音が減少するとともに、芯層が破壊しにくいために劣化による損傷が起こっても表面層の損傷となり、損傷が発見しやすくなる。

さらに、芯層の充填材の比重を調整することによって得られる複合材料の比重をたやすく調整することができ、軽量性を求められる用途から重量を求められる用途まで用いることができる。

20

特に、請求の範囲第 5 項のようにすれば、芯層と表面層との熱膨張率がより近くなる。したがって、環境温度に大きな温度変化が生じても表面層と芯層の界面に歪みが生じず、長期的な層間接着性の信頼性が高いものとなる。

請求の範囲第 6 項のようにすれば、繰り返し釘抜きに対して抵抗性が高くなり、枕木として使用した場合、保守の間隔を長くすることができる。

25

請求の範囲第 9 項のようにすれば、芯層の破壊が抑制されるため、曲げ強度、圧縮比例限界、釘打ち、釘抜き特性に加え、撓み特性も向上する。したがって、枕木等として使用した場合、振動を吸収しやすく、騒音が減少する。また芯層が破壊しにくいために劣化による損傷が起こっても表面層の損傷となり、損傷が発

見しやすくなる。

請求の範囲第14項および請求の範囲第15項のようにすれば、高い曲げ強度や曲げ弾性率が要求される枕木（特に鉄道用）、受圧板、シールド発進到達用土留め壁（SEW）として好適となる。また、高い曲げ強度や曲げ弾性率が要求されない用途でも製品サイズを小さくできることから材料コストの低減が可能となる。芯層中に中間繊維補強層が存在することにより、打ち込まれた釘が中間繊維補強層の長繊維により拘束され、釘保持性がさらに向上する。

5

請求の範囲第18項のようにすれば、芯層の破壊が抑制されるため、曲げ強度、圧縮比例限界、釘打ち、釘抜き特性に加えて、撓み特性も向上する。したがって、枕木等として使用した場合、より振動を吸収しやすく、騒音が減少する。

10

請求の範囲第19項のようにすれば、芯層と表面層とが非発泡熱硬化性樹脂層を介して一体化されているので、界面強度に非常に優れたものとなる。

15

また、一用途としてのSEW工法用として用いた場合は、従来の合成木材のように平板の複数枚を接着剤で圧着積層する必要もなく、一体物として使用することができ、接着工程を省くことが可能となり、また、強度も同等以上となる。

請求の範囲第20項のようにすれば、特に繰り返し曲げ疲労に対する耐久性を向上させることができ、曲げ疲労に対する耐久性が要求されるSEW工法用の壁材等の構造材料や鉄道で用いられる枕木などにより好適に使用できるようになる。

20

請求の範囲第21項のようにすれば、樹脂含浸性シート状態として高強度シート等を用いることにより、中間層により強度もたせることができる。

また、中間層を形成する際、樹脂含浸性シート状体に非発泡熱硬化性樹脂を含浸させることにより、中間層を容易に形成することができる。

25

請求の範囲第22項のようにすれば、より高い機械強度を有し、発泡時に独立気泡を形成し易く非吸水性に優れた複合材料とすることができます。

請求の範囲第26項のようにすれば、より安定した曲げ強度となる。

そして、請求の範囲第27項の合成枕木によれば、上記本発明の複合材料を用

いるようにしたので、天然木材の枕木と変わらない優れた性能を備えている。
界面の接着強度つまり界面強度に優れたものとなる。

【表1】

			容量%	密 度	充填割合
芯	充填材	珪砂 平均粒径1.14mm、ピーク粒径比0.07 嵩密度1.82g/cm ³ 基準寸法 2mm通過 1.4mm残留 80容量% 基準寸法 212 μm通過 106 μm残留 20容量%	6.5		
層	樹脂	トリエーテルポリオール (100重量部) トリリックMDI (NCO% = 31%) (130重量部) シリコーンオイル整泡剤 (0.15重量部) 水 (0.5重量部) ジカル錫ラクリレート触媒 (0.5重量部)	3.5	1.83 (樹脂0.4)	0.93
表	長纖維	Eガラス繊維ロービング 13 μmモルタルメント集束体	2.0		
面層	樹脂	トリエーテルポリオール (100重量部) トリリックMDI (NCO% = 31%) (160重量部) シリコーンオイル整泡剤 (0.15重量部) 水 (0.7重量部) ジカル錫ラクリレート触媒 (1.8重量部)	8.0	0.97 (樹脂0.58)	—

【表2】

			容量%	密 度	充填割合
芯	充填材	珪砂 平均粒径1.14mm、ピーク粒径比0.59 嵩密度1.46g/cm ³ 基準寸法 1mm通過 850 μm残留 30容量% 基準寸法 600 μm通過 500 μm残留 70容量%	5.5		
層	樹脂	トリエーテルポリオール (100重量部) トリリックMDI (NCO% = 31%) (130重量部) シリコーンオイル整泡剤 (0.15重量部) 水 (0.5重量部) ジカル錫ラクリレート触媒 (0.5重量部)	4.5	1.59 (樹脂0.35)	0.98
表	長纖維	Eガラス繊維ロービング 13 μmモルタルメント集束体	1.4		
面層	樹脂	トリエーテルポリオール (100重量部) トリリックMDI (NCO% = 31%) (160重量部) シリコーンオイル整泡剤 (0.15重量部) 水 (0.7重量部) ジカル錫ラクリレート触媒 (1.8重量部)	8.6	0.74 (樹脂0.45)	—

【表3】

			容量%	密 度	充填割合
芯	充填材	珪砂 平均粒径0.6 mm 基準寸法 710 μ m通過 600 μ m残留 100 容量% ガラス短纖維 6mm長 混合後の嵩密度1.48g/cm ³	5 6 1		
層	樹脂	ポリエーテルポリオール (100重量部) トリリックMDI (NCO% = 31%) (60重量部) シリコーンオイル整泡剤 (1重量部) 水 (1重量部) ジグチル錫ラクリレート触媒 (0.3重量部)	4 3	1.72 (樹脂0.55)	1.0
表	長纖維	Eガラス纖維ロービング 13 μ mモルタルメント集束体	1 2		
面層	樹脂	ポリエーテルポリオール (100重量部) トリリックMDI (NCO% = 31%) (160重量部) シリコーンオイル整泡剤 (1重量部) 水 (1重量部) ジグチル錫ラクリレート触媒 (1.8重量部)	8 8	0.63 (樹脂0.37)	—

【表4】

			容量%	密 度	充填割合
芯	充填材	内外セラミック 社製Nライト 平均粒径1.00mm 基準寸法 1.4mm通過 1mm残留 100容量% 嵩密度0.58g/cm ³	5 5		
層	樹脂	ポリエーテルポリオール (100重量部) トリリックMDI (NCO% = 31%) (60重量部) シリコーンオイル整泡剤 (0.15重量部) 水 (0.5重量部) ジグチル錫ラクリレート触媒 (0.5重量部)	4 5	0.70 (樹脂0.30)	0.95
表	長纖維	Eガラス纖維ロービング 13 μ mモルタルメント集束体	1 4		
面層	樹脂	ポリエーテルポリオール (100重量部) トリリックMDI (NCO% = 31%) (160重量部) シリコーンオイル整泡剤 (0.15重量部) 水 (0.7重量部) ジグチル錫ラクリレート触媒 (1.8重量部)	8 6	0.74 (樹脂0.45)	—

【表5】

		容量%	密 度	充填割合
芯 層	充 填 材	珪砂 平均粒径 0.6 mm 基準寸法 710 μ m通過 600 μ m残留 100 容量% 高密度1.50g/cm ³	41	1.77 0.71
	樹 脂	ポリエチレンテレフタート	59	
表 面 層	長 纖 維	E ガラス繊維ロービング 13 μ mモノフィラメント集束体	24	1.5 (樹脂 0.37)
	樹 脂	イソブチル不飽和ポリエチル t-ブチルパーオキシド ガラスルーン (比重0.3)	57 19	

【表6】

		容量%	密 度	充填割合
芯 層	充 填 材	珪砂 平均粒径0.09mm 基準寸法 100 μ m通過 90 μ m残留 100 容量% 高密度1.41g/cm ³	27	0.96 (樹脂 0.35)
	樹 脂	ポリエーテルポリオール ポリウレthane MDI (NCO% = 31%) シリコーンオイル整泡剤 水 ジチル錫ラウリレート触媒	73	
表 面 層	長 纖 維	E ガラス繊維ロービング 13 μ mモノフィラメント集束体	3	0.4 (樹脂 0.33)
	樹 脂	ポリエーテルポリオール ポリウレthane MDI (NCO% = 31%) シリコーンオイル整泡剤 水 ジチル錫ラウリレート触媒	97	

【表7】

			容量%	密 度	充填割合
芯 層	充 填 材 樹 脂	珪砂 平均粒径1.14mm、ピーク粒径比0.59 高密度1.46g/cm ³ 基準寸法 1mm通過 850 μm残留 30容量% 基準寸法 600 μm通過 500 μm残留 70容量%	3 4	1.12 (樹脂 0.35)	0.6
		ポリエーテルポリオール (100重量部) ポリマーMDI (NCO% = 31%) (130重量部) シリコーンオイル整泡剤 (0.15 重量部) 水 (0.5重量部) ジチル錫ラクリレート触媒 (0.5重量部)	6 6		
表 面 層	長 纖 維 樹 脂	Eガラス繊維ロービング 13 μmモファイバント集束体	1 4	0.74 (樹脂 0.45)	—
		ポリエーテルポリオール (100重量部) ポリマーMDI (NCO% = 31%) (160重量部) シリコーンオイル整泡剤 (0.15 重量部) 水 (0.7重量部) ジチル錫ラクリレート触媒 (1.8重量部)	8 6		

【表8】

			容量%	密 度	充填割合
芯 層	充 填 材 樹 脂	珪砂 平均粒径0.15mm (100重量部) ガラス発泡体 平均粒径6 mm (225重量部) 混合状態の高密度1.48g/cm ³	4 5	1.04 (樹脂 0.24)	0.62
		ポリエーテルポリオール (100重量部) ポリマーMDI (NCO% = 31%) (170重量部) シリコーンオイル整泡剤 (1重量部) 水 (1重量部) ジチル錫ラクリレート触媒 (0.3重量部)	5 5		
表 面 層	長 纖 維 樹 脂	Eガラス繊維ロービング 13 μmモファイバント集束体	1 8	0.74 (樹脂 0.45)	—
		ポリエーテルポリオール (100重量部) ポリマーMDI (NCO% = 31%) (120重量部) シリコーンオイル整泡剤 (1重量部) 水 (1重量部) ジチル錫ラクリレート触媒 (0.5重量部)	8 2		

【表9】

			容量%	密 度	充填割合
芯	充填材	珪砂 平均粒径0.15mm (100重量部) ガラス発泡体 平均粒径6 mm (225重量部) 混合状態の嵩密度1.48g/cm ³	4 5		
層	樹脂	ポリエーテルポリオール (100重量部) ポリメチケMDI (NCO% = 31%) (30重量部) シリコーンオイル整泡剤 (1重量部) 水 (1重量部) ジチル錫ラウリレート触媒 (0.3重量部)	5 5	1.04 (樹脂 0.24)	0.62
表	長纖維	Eガラス繊維ロービング 13 μmモノフィラメント集束体	1 8		
面層	樹脂	ポリエーテルポリオール (100重量部) ポリメチケMDI (NCO% = 31%) (120重量部) シリコーンオイル整泡剤 (1重量部) 水 (1重量部) ジチル錫ラウリレート触媒 (0.5重量部)	8 2	0.74 (樹脂 0.45)	—

【表10】

	表面層曲げ弾性率	曲げ強度	曲げ弾性率	圧縮比例限界	釘打ち	釘抜き特性	繰り返し釘抜き	撓み
実施例	1 12000MPa	150MPa	13000MPa	15MPa	○	○○	○	1.3 %
	2 8800MPa	130MPa	8600MPa	12MPa	○	○○	○	1.7 %
	3 7100MPa	120MPa	7100MPa	13MPa	○	○	○	2.2 %
	4 8800MPa	110MPa	8400MPa	12MPa	○	○	—	1.1 %
	5 9000MPa	100MPa	8500MPa	14MPa	○	○	—	—
比較例	1 3000MPa	20MPa	—	2MPa	○	×	×	—
	2 —	90MPa	—	13MPa	×	×	—	—
	3 —	40MPa	6800MPa	3MPa	×	×	—	0.6 %
	4 —	30MPa	6300MPa	2MPa	○	×	—	0.5 %

【表11】

		充填材	容量%	重量%	密度	充填割合
芯層	1号珪砂 (粒径1.5mm, 密度1.42g/cm ³ 六呂屋鉱業社製 43重量部)		50	85	1.53	0.92
樹脂	割れニルオキサイド付加割れテルポリオール シリコーンオイル整泡剤 水 ジチル錫ラウリート触媒	(140重量部) (100重量部) (1重量部) (0.5重量部) (0.5重量部)	50	15	(樹脂 0.45)	
表層	Eガラス繊維ロービング 12μm±7μm集束体 (200本×60本)		15		0.73	—
面層	割れテルポリオール (OH価=480) 割れニルオキサイドイソシアネート(NCO % = 31%) シリコーンオイル整泡剤 水 ジチル錫ラウリート触媒	(100重量部) (160重量部) (0.15重量部) (0.7重量部) (1.8重量部)	85			

【表12】

		容量%		重量%		密度		充填割合	
芯	充填材 3号珪砂(六呂屋鉱業社製) 7号珪砂(六呂屋鉱業社製) 短ガラス繊維φ12μm、長さ3mm(0.4重量部) 混合状態の高密度1.72g/cm ³	(100重量部) (20重量部) (100重量部) (1重量部) (1重量部) (0.3重量部)	6.5 9.1	6.5 9.1	6.5 9.1	1.85 (樹脂 0.45)	0.99		
層	樹脂 ガリウムシリカジアネット ナビシオキサイド付加シリカポリオール シリコーンオイル整泡剤 水 シリル錫ラクリート触媒	(74重量部) (100重量部) (1重量部) (1重量部) (0.3重量部)	3.5 9	3.5 9	3.5 9	—	—		
表	長繊維 Eガラス繊維ロービング 12μmφ12μm集束体(200本×60本)	1.5	1.5	1.5	1.5	0.73	—		
面	樹脂 ガリウムシリカジアネット(OH価=480) ナビシオキサイド付加シリカジアネット(NCO %=31%) シリコーンオイル整泡剤 水 シリル錫ラクリート触媒	(100重量部) (160重量部) (0.15重量部) (0.7重量部) (1.8重量部)	8.5	8.5	8.5	—	—		
層									

【表13】

		容量%		重量%	密度	充填割合
芯	充填材 3号珪砂 (六呂屋鉱業社製、嵩密度1.42g/cm ³) (43重量部)	3.5	9.2			
層	樹脂 剤ジエニルメタクリレート 加ビレオサイド付加剤 水 ジチル錫ラリート触媒	(140重量部) (100重量部) (1重量部) (1重量部) (0.5重量部)	6.5	8	1.17 (樹脂 0.4)	0.64
表	長繊維 Eガラス繊維ロービング 12μmチラリネット集束体 (200本×60本)	1.5				
面	樹脂 剤エーテルポリオール (OH価=480) 剤メチレンポリエーテルポリジアミン (NCO %=31% (160重量部) 水 ジチル錫ラリート触媒	(100重量部) (0.15重量部) (0.7重量部) (1.8重量部)	8.5		0.73	—
層						

【表14】

	曲げ強度	曲げ弾性率	圧縮比例限界	釘抜き特性	撓み	増加時の曲げ弾性率
実施例 6	140MPa	9900MPa	13MPa	◎	0.52 %	1370MPa
実施例 7	150MPa	10000MPa	16MPa	◎	0.25 %	2100MPa
比較例 5	70MPa	6000MPa	0.4MPa	×	0.84 %	1660MPa
比較例 6	—	—	8.7MPa	◎	—	—

【表15】

	曲げ強度	曲げ弾性率	釘抜き特性	撓み
実施例 6	140MPa	9900MPa	◎	0.52 %
実施例 8	160MPa	9900MPa	◎	0.62 %
実施例 9	150MPa	9700MPa	◎◎◎	0.56 %

【表16】

		容量%	密 度	層容量比
芯 層	徳山積水工業社製PVCコンパウンド100重量部に発泡剤AD CA0.05重量部を配合した発泡塩ビ樹脂を押出成形して得た板 状多孔体	—	0.95	6 6
表 面 層	長繊維 Eガラス繊維ロービング 9 μ m ² /ライント集束体 (200本×60本)	1 4	0.74	3 4
樹 脂	シリカGND カビリオサイド付加シリカルゴアール シリコーンオイル整泡剤 水 水分散錫ラリート触媒	(120重量部) (100重量部) (1重量部) (1重量部) (0.5重量部)	空隙率 約0.6	8 6

[表17]

芯層	面層	表	容積%	密度	層容量比
住友(ベルクル社製MDI), ポリオール 100重量部に対し、ウレアストイド 1.5 0重量部添加したポリウレタン樹脂原料を低発泡成形して得た板状 体	樹脂 長纖維	Eガラス繊維ロービング 9 μmモルタルネット集束体 (200本×60本)	—	0.82	4.3
樹脂 長纖維	樹脂 水	ポリオールMDI 加成オゾンサブ付加ポリエーテルポリマー シリコーン油整泡剤 アセチル錫カリート触媒	(120重量部) (100重量部) (重量部) (重量部) (0.5重量部)	1.4 0.74	5.7 8.6 8.6 約0.6

【表18】

		容量%	密度	層容量比
芯層	住友リサイクル社製M1, 別M2 碎粉300重量部添加したポリウレタン樹脂原料を低発泡成形して得た板状体	—	0.82	4.3
表面層	長繊維 Eガラス繊維ロービング 9 μmモード集束体 (200本×60本)	1.4 (120重量部) (100重量部) (1重量部) (1重量部) (0.5重量部)	0.74 8.6 空隙率 約0.6 空隙率 約0.6	5.7

【表19】

		容量%	密度
芯層	レーラー系fibro- 80重量部のこんごう物を予熱後200°C, 20kgf/cm ² で熱プレスして溶融させるとともに反応固化させて得た板状多孔体。	—	0.5
表面層	長繊維 Eガラス繊維ロービング 9 μmモード集束体 (200本×60本)	1.4 (120重量部) (100重量部) (1重量部) (1重量部) (0.5重量部)	0.74 8.6 空隙率 約0.6 空隙率 約0.6

[表20]

芯層	ポリスチレン(住友化学社製)を押出発泡させて得た板状ポリスチレン低倍率発泡体	容量%	密度
表層	長繊維Eガラス繊維ロービング 9μmモルタル集束体(200本×60本)	—	0.6
面層	樹脂 カーボンオキサイド付加シリコーンゴム 水 シリコンオイル整泡剤 シリカル錫ラクリート触媒	(120重量部) (100重量部) (1重量部) (1重量部) (0.5重量部)	0.74 8.6 空隙率 約0.6

[表21]

芯層	表面層に用いたウレタン樹脂に対し、低弾性用ポリオールを用い、弾性率を100 MPaに調整した弾性ウレタンフォーム板状体	容量%	密度
長繊維 樹脂	Eガラス繊維ロービング 9 μmΦワラント集束体 (200本×60本)	14	0.74

【表22】

		実施例				比較例			評価方法
単位		1.0	1.1	1.2	7	8	9	1.0	
芯 層	C a	MPa	350	480	520	—	800	150	100 JIS Z 2101
	C S a	—	0.010	0.015	0.008	—	0.003	0.008	0.01以上 —
	E a	MPa	70	140	250	—	450	150	25 JIS Z 2101
	E S a	—	0.020	0.020	0.012	—	0.003	0.006	1.0 以上 —
	D B a	MPa	5.2	6.8	9.9	—	5.0	2.5	6.1 —
	C a	MPa	300	300	300	300	300	300	300 JIS Z 2101
表 面 層	C S a	—	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012 —
	E a	MPa	900	900	900	900	900	900	900 JIS Z 2101
	E S a	—	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02 —
	曲げ強度	MPa	102	110	124	104	68	60	52 JIS Z 2101
	釘打ち特性	—	○	○	○	○	○	○	× —
	釘抜き特性	—	○	○	○	○	○	○	—

【表23】

芯	充填材	3号珪砂 (粒径1.5 mm, 密度1.4g/cm ³ , 真密度1.4g/cm ³) 0.	容量% 5 5	密度
樹脂層	ポリイクMDI 加ビレオサバ付加ポリエーテルポリオール (水酸基価380, ポリオール当量147) シリコーン整泡剤 水 ジアリル錫ラクリート触媒	(120重量部) (100重量部) (0.7重量部) (1.8重量部) (0.15重量部)	4 5	1.63
表層	長繊維 Eガラス繊維ロービング 12μm ² /140m ² 集束体 (200本×60本)		1 5	0.73
面層	ポリイクMDI ポリエーテルポリオール (水酸基価180) シリコーン整泡剤 水 ジアリル錫ラクリート触媒	(NCO=31%) (160重量部) (100重量部) (0.7重量部) (1.8重量部) (0.15重量部)	8 5	
中間層	樹脂含浸性シート状体 (ポリエスチル系不織布 (旭化成社製スパンボンドE1050))			
	ポリエーテルポリオール (水酸基価180) シリコーン整泡剤 ジアリル錫ラクリート触媒	(NCO=31%) (100重量部) (160重量部) (0.7重量部) (0.15重量部)		

【表24】

充填材		容量%		密度
芯層	3号珪砂 (粒径1.5 mm, 滴密度1.4g/cm ³ , 真密度1.4g/cm ³)	0.55	5.5	1.63
樹脂	シリカゲルMD1 プロピレングリコール付加シリカゲル (水酸基価380, ポリオール当量147) シリコーン整泡剤 水 ジカル錫ラテート触媒	(120重量部) (100重量部) (0.7重量部) (1.8重量部) (0.15重量部)	4.5	
表層	長繊維 Eガラス繊維ロービング 12 μmモード集束体 (200本×60本)	1.5	1.5	0.73
面層	シリカゲルMD1 シリカゲル (水酸基価480) シリコーン整泡剤 水 ジカル錫ラテート触媒	(NCO=31%) (160重量部) (100重量部) (0.7重量部) (1.8重量部) (0.15重量部)	8.5	
中間層	樹脂含浸性シート状体 (ガラスクロス (日本板硝子社製、イイロガラスEG4501) エポキシ樹脂 (積水化学社製エスタイン400)			

【表25】

	実施例13	実施例14	参考例1	参考例2
剪断強度 (MPa)	1.2	1.3	6	9
曲げ強さ (1MPa)	14.0	13.0	9.0	12.0
曲げ弾性率 (GPa)	1.0	9	7	8
圧縮強度 (MPa)	10.0	10.2	10.1	6.0
木材加工性	○	○	×	○

【表26】

		充填材			充填割合		
		7号珪砂 (粒径0.15mm) 膨張頁岩 (粒径3mm) 混合状態の高密度 (1.36g/cm ³)			充填割合		
芯層	樹脂	樹脂			容量%	重量%	密度
		樹脂	樹脂	樹脂			
長纖維	Eガラス繊維ロービング 9 μm ² /7.14m ² 集束体 (200本×60本)				1.4		
表面層	樹脂	樹脂	樹脂	樹脂	(120重量部) (100重量部) (1重量部) (1重量部) (0.5重量部)	8.6	0.74
中間層	樹脂	樹脂	樹脂	樹脂	(99重量部) (100重量部) (1重量部) (0.1重量部) (0.5重量部)		

【表27】

		容量%		重量%		密度		充填割合	
充填材	7号珪砂 (粒径0.15mm) 膨張頁岩 (粒径3mm) 混合状態の高密度 (1.36g/cm ³)	(100重量部) (220重量部)	6 5	8 8					
芯層	シリカゲルMDI アロビンオサイド付加シリカルボンダーホール シリコーンオイル整泡剤 水 ジアルミニウムカーラート触媒	(140重量部) (100重量部) (1重量部) (1重量部) (0.5重量部)	3 5	1 2	(樹脂 0.45)	1.42	0.93		
表面層	長繊維 Eガラス繊維ロービング 9μmセリウム集束体 (200本×60本)		1 4			—			
表面層	シリカゲルMDI アロビンオサイド付加シリカルボンダーホール シリコーンオイル整泡剤 水 ジアルミニウムカーラート触媒	(120重量部) (100重量部) (1重量部) (1重量部) (0.5重量部)	8 6			0.74	—		
中間層	樹脂含浸性シート状体 (ポリエスチル系不織布 (旭化成社製スパンボンドE1050))								
中間層	シリカゲルMDI アロビンオサイド付加シリカルボンダーホール シリコーンオイル整泡剤 水 ジアルミニウムカーラート触媒	(99重量部) (100重量部) (1重量部) (0.1重量部) (0.5重量部)							

【表28】

		容量%		重量%	密度	充填割合
芯層	充填材 樹脂 ガリグリMDI 加ビレオサイド加ボリエーテルポリオール シリコーン 混合状態の 高密度 (1.36g/cm ³)	(100重量部) (220重量部)	6 5	8 8	1.42 (樹脂 0.45)	0.93
表長織維	ガリグリMDI 加ビレオサイド加ボリエーテルポリオール シリコーン 水 アクリル酸 Eガラス繊維ロービング 9 μm ² /71ラット集束体 (200本×60本)	(140重量部) (100重量部) (1重量部) (1重量部) (0.5重量部)	3 5	1 2	—	—
表面層	ガリグリMDI 加ビレオサイド加ボリエーテルポリオール シリコーン 水 アクリル酸 樹脂含浸性シート状体 (ビニロン系不織布 (クレ社製スリース、重量55g/mm ²)	(120重量部) (100重量部) (1重量部) (1重量部) (0.5重量部)	8 6	—	0.74	—
中間層	ガリグリMDI 加ビレオサイド加ボリエーテルポリオール シリコーン 水 アクリル酸 樹脂含浸性シート状体 (ビニロン系不織布 (クレ社製スリース、重量55g/mm ²)	(99重量部) (100重量部) (1重量部) (0.1重量部) (0.5重量部)	—	—	—	—

【表29】

	実施例15	実施例16	実施例17	比較例5
剪断強度 (MP _a)	(7. 6)	7. 8	7	5. 2
破壊形態	芯層母材破壊	界面破壊	界面破壊	界面破壊
曲げ強度 (MPa)	1 3 5	1 3 5	1 3 5	7 0
曲げ弾性率 (MPa)	9 7 0 0	9 8 0 0	9 8 0 0	6 0 0 0
繰り返し曲げ耐久性	○	◎	○	×
繰り返し曲げ破壊形態	○	○	○	×

請求の範囲

1. 充填材と合成樹脂とからなり、芯層体積と充填材嵩密度との積に対し
て0.7倍以上の重量の充填材を含有する芯層と、
長手方向に平行な長繊維によって補強された熱硬化性樹脂からなり、前記芯層の
5 少なくとも厚み方向の一方の面を被覆するように積層された表面層と
を備えている複合材料。

2. 充填材と合成樹脂とからなり、芯層体積と充填材嵩密度との積に対し
て0.7倍以上の重量の充填材を含有する芯層と、
長手方向に平行な長繊維によって補強された軽量充填材を含む熱硬化性樹脂から
なり、前記芯層の少なくとも厚み方向の一方の面を被覆するように積層された表
10 面層と
を備えている複合材料。

3. 表面層の密度が0.3 g/cm³以上1.5 g/cm³以下である請求の
範囲第1項または請求の範囲第2項に記載の複合材料。

15 4. 曲げ弾性率が6000 MPa以上、曲げ強度が100 MPa以上の表面層
を備える請求の範囲第1項～請求の範囲第3項のいずれか1項に記載の複合材料
。
。

5. 充填材の平均粒径が0.5 mm以上である請求の範囲第1項～請求の範
囲第4項のいずれか1項に記載の複合材料。

20 6. 充填材が、横軸に粒径、縦軸に各粒径毎の充填材の全充填材に対する
体積率をプロットした粒径分布曲線上で、8体積%以上を占めるピークエリアが
2つ以上あり、かつ、小径側の8体積%以上のピークエリアの最多粒径値が、こ
のピークエリアより大径側のつぎの8体積%以上のピークエリアの最多粒径値の
0.7以下となる粒度分布を備えている請求の範囲第1項～請求の範囲第5項の
25 いずれか1項に記載の複合材料。

7. 芯層を構成する合成樹脂が熱硬化性樹脂である請求の範囲第1項～請
求の範囲第6項のいずれか1項に記載の複合材料。

8. 芯層を構成する合成樹脂が熱可塑性樹脂である請求の範囲第1項～請求の範囲第6項のいずれか1項に記載の複合材料。

9. 芯層を構成する合成樹脂が、ポリオール当量が230以上1500以下である熱硬化ポリウレタン樹脂発泡体、または、密度が0.3 g/cm³以上で
5 ポリオール当量が1500以下である熱硬化ポリウレタン樹脂発泡体である請求の範囲第1項～請求の範囲第7項のいずれか1項に記載の複合材料。

10. 充填材と合成樹脂とからなる芯層と、合成樹脂発泡体からなり、前記芯層の少なくとも厚み方向の一方の面を被覆するように積層された表面層とを備える複合材料において、前記芯層の曲げ撓みの変化に伴う曲げ応力の変化曲線は、その接線の傾きが、曲げを始めた時点から徐々に減少していくが、負の値になる前に再び増加する特異点を備えていることを特徴とする複合材料。
10

11. 合成樹脂発泡体が、長手方向に平行な長纖維によって補強された熱硬化性樹脂発泡体である請求の範囲第10項に記載の複合材料。

12. 特異点での芯層の撓みが0.8%以下である請求の範囲第10項または請求の範囲第11項に記載の複合材料。
15

13. 特異点での撓みからさらに撓ませる時の芯層の曲げ弾性率が800 MPa以上である請求の範囲第10項～請求の範囲第12項のいずれか1項に記載の複合材料。

14. 芯層が、複数の芯層形成材料層から形成されている請求の範囲第1項～請求の範囲第13項のいずれか1項に記載の複合材料。
20

15. 芯層形成材料層の1つが、長手方向に平行な長纖維によって補強された熱硬化性樹脂または長手方向に平行な長纖維によって補強された軽量充填材を含む熱硬化性樹脂である請求の範囲第14項に記載の複合材料。

16. 合成樹脂を主成分とする芯層と、長手方向に平行な長纖維によって補強された発泡熱硬化性樹脂または長手方向に平行な長纖維によって補強された弾性合成樹脂からなり、芯層の厚み方向の両面を被覆するように積層された表面層とを備え、芯層と、表面層とが、 $CSa \geq 1/2 \times CSb$ 、 $Ea < Eb$ 、 ESa
25

$\geq 1/2 \times E_S b$ の各式（式中、CSa は芯層の圧縮降伏歪み、CSb は表面層の圧縮降伏歪み、Ea は芯層の引張り弾性率、Eb は表面層の引張り弾性率、ESa は芯層の引張り降伏歪み、ESb は表面層の引張り降伏歪みをあらわす）を満足する関係を備えている複合材料。

5 17. $0.005 \leq CSa, 50 \text{ MPa} \leq Ea, 0.005 \leq ESa, 0.01 \leq CSb, 5000 \text{ MPa} \leq Eb \leq 18000 \text{ MPa}, 0.01 \leq ESb$ である請求の範囲第 16 項に記載の複合材料。

18. 芯層の圧縮剪断強度 DBa が 5 MPa 以上である請求の範囲第 1 項～請求の範囲第 17 項のいずれか 1 項に記載の複合材料。

10 19. 芯層と表面層とが、非発泡熱硬化性樹脂または低発泡樹脂を含む中間層を介して接着一体化されている請求の範囲第 1 項～請求の範囲第 18 項のいずれか 1 項に記載の複合材料。

15 20. 破断面が中間層部分になるように表面層の長纖維の纖維方向に平行な圧縮力を加えたときの、中間層部分の圧縮剪断強度が 6 MPa 以上、または、表面層の圧縮剪断強度が 6 MPa 以上かつ芯層の圧縮剪断強度が 6 MPa 以上で、破断面が中間層部分になるように表面層の長纖維の纖維方向に平行な圧縮力を加えたとき表面層または芯層のいずれか一方がまず破壊される物性を備えている請求の範囲第 19 項に記載の複合材料。

21. 中間層中に、樹脂含浸性シート状体が配されている請求の範囲第 1 20 項または請求の範囲第 20 項に記載の複合材料。

22. 芯層の合成樹脂がポリウレタン樹脂発泡体であるとともに、表面層の樹脂がポリウレタン樹脂発泡体である請求の範囲第 1 項～請求の範囲第 7 項および請求の範囲第 9 項～請求の範囲第 21 項のいずれか 1 項に記載の複合材料。

25 23. 全体の厚みが 100 mm 以上であり、芯層の厚みと芯層の厚み方向を被覆している表面層の厚みの総計との比が 9/1～1/1 の範囲内である請求の範囲第 1 項～請求の範囲第 22 項のいずれか 1 項に記載の複合材料。

24. 芯層が、充填材と合成樹脂とからなる少なくとも 2 つの芯層形成材

料層（A）を有し、これらの芯層形成材料層（A）のうちの 2 つの中の芯層形成材料層（A）と芯層形成材料層（A）との間に介在する複合材料の長手方向に平行な長纖維によって補強された熱硬化性樹脂からなる少なくとも 1 つの芯層形成材料層（B）とを備え、

5 前記芯層形成材料層（A）の厚みの総和と、芯層形成材料層（B）の厚みの総和との比が 95 / 5 ~ 50 / 50 の範囲である請求の範囲第 15 項または請求の範囲第 23 項に記載の複合材料。

10 25. 表面層が、芯層の少なくとも厚み方向 2 面を被覆するように積層され、厚み方向全体の厚みが 100 mm 以上であり、厚み方向に曲げた時に、引張力が働く側の表面層の厚みが厚み方向全体の厚みの 5 % 以上 25 % 以下、圧縮力が働く側の表面層の厚みが厚み方向全体の厚みの 1.5 % 以上 15 % 以下である請求の範囲第 1 項～請求の範囲第 24 項のいずれか 1 項に記載の複合材料。

15 26. 表面層が芯層の 4 面を囲繞しているとともに、複合材料の全体の 10 容量 % 以上 65 容量 % 以下を占めている請求の範囲第 1 項～請求の範囲第 25 項のいずれか 1 項に記載の複合材料。

27. 請求の範囲第 1 項～請求の範囲第 26 項のいずれか 1 項に記載の複合材料からなる合成枕木。

Fig. 1

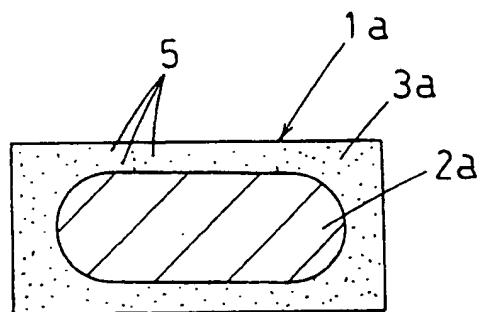


Fig. 2

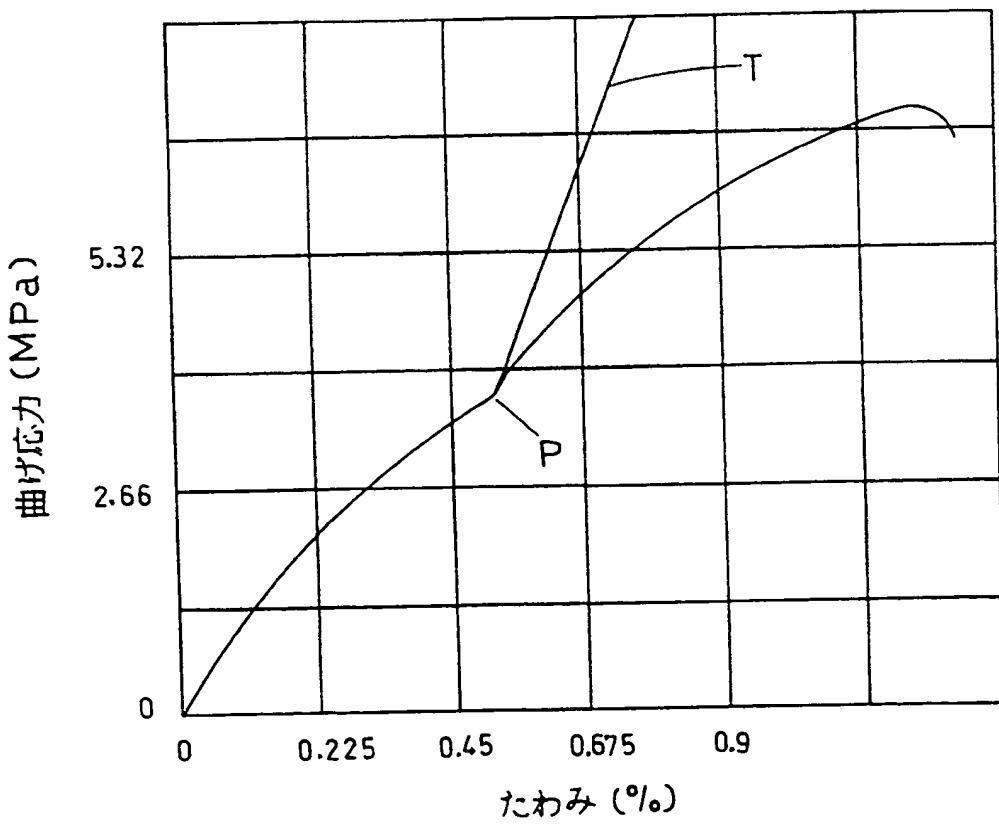


Fig. 3

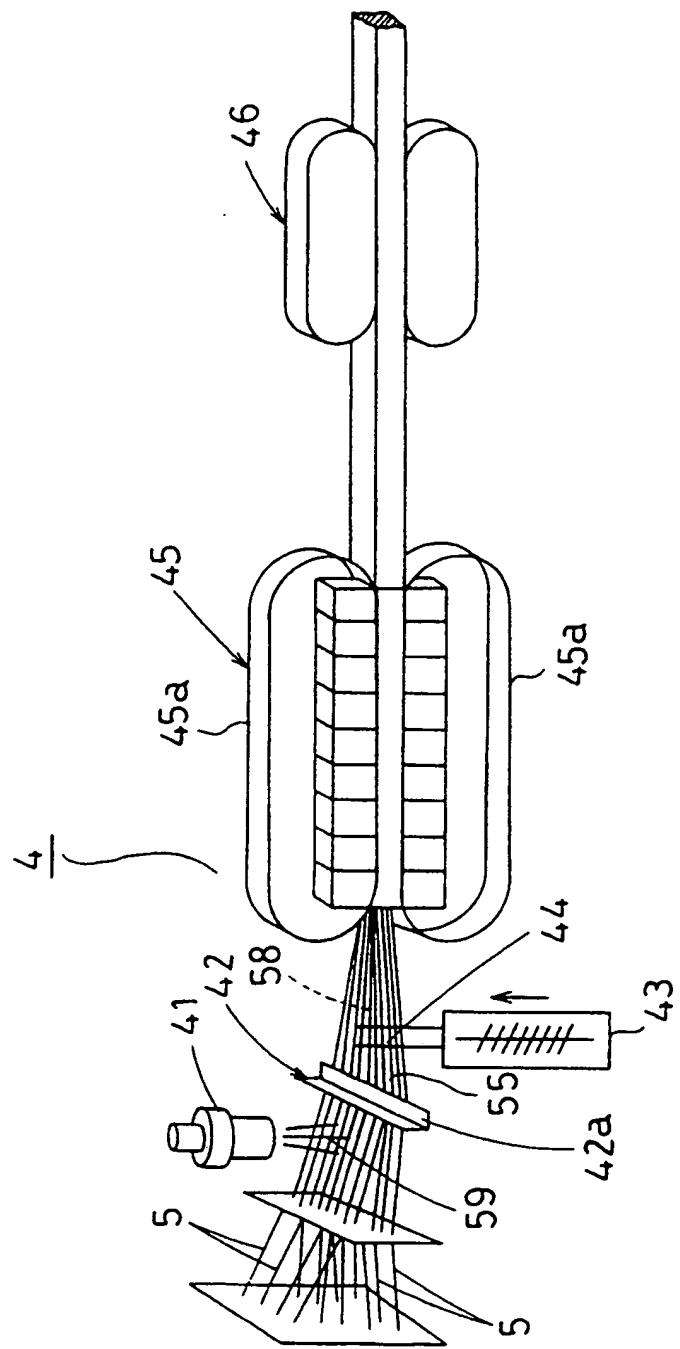


Fig. 4

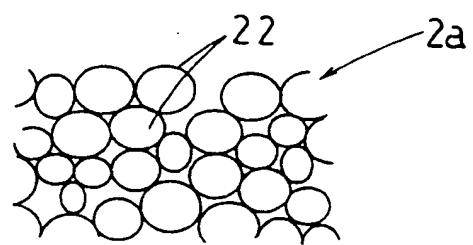


Fig. 5

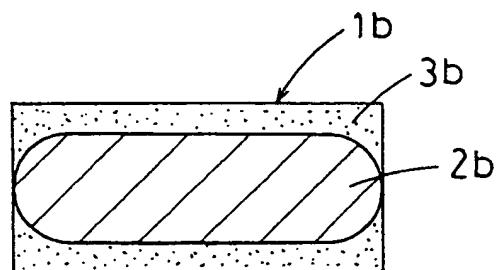


Fig. 6

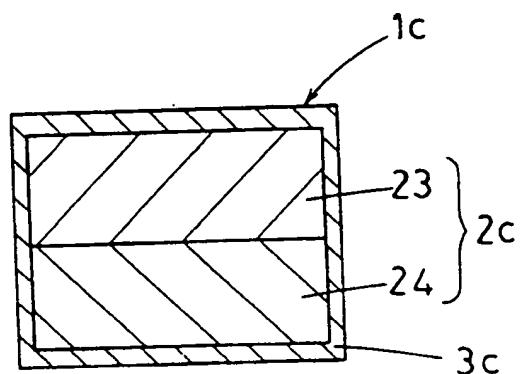


Fig. 7

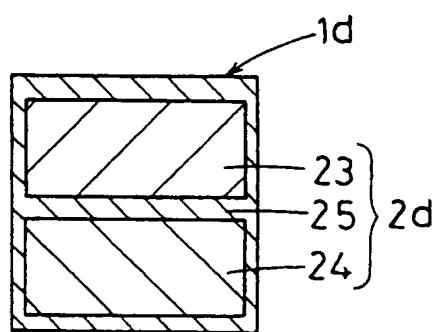


Fig.8

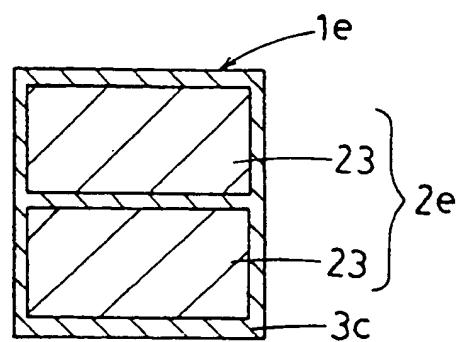


Fig.9

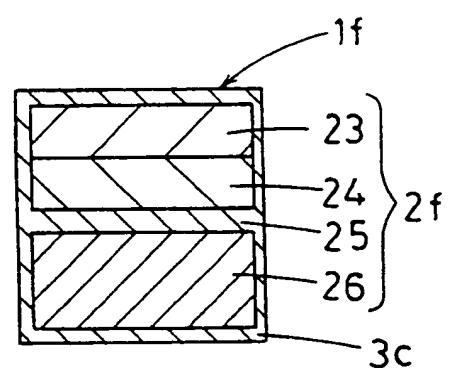


Fig.10

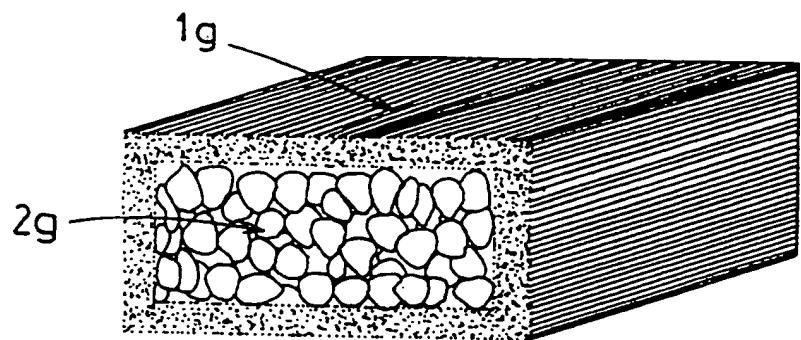


Fig.11

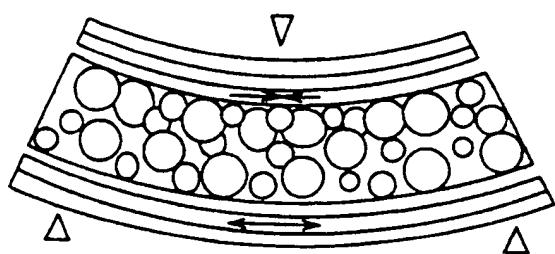


Fig.12

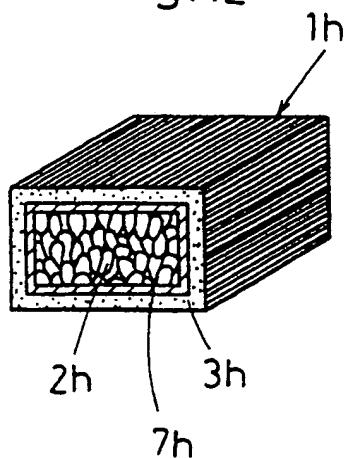


Fig.13

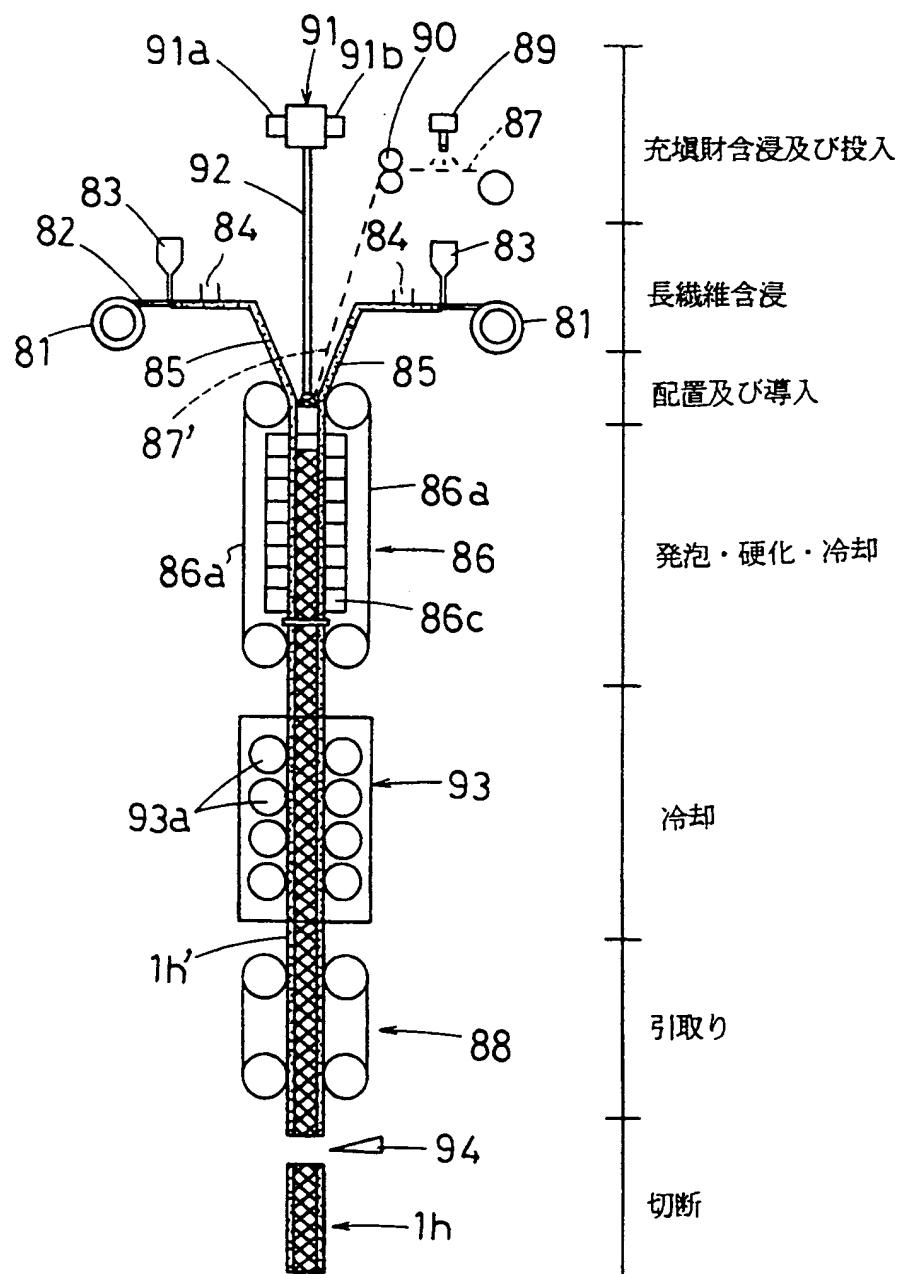


Fig.14

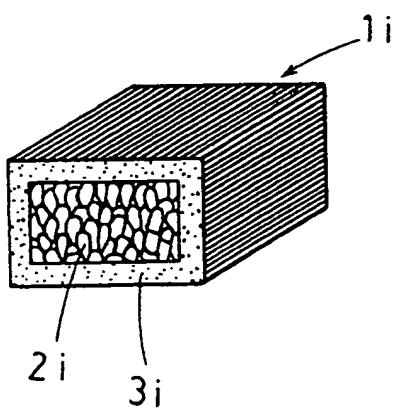


Fig.15

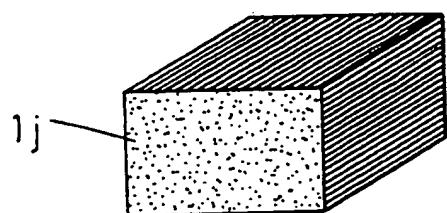


Fig.16

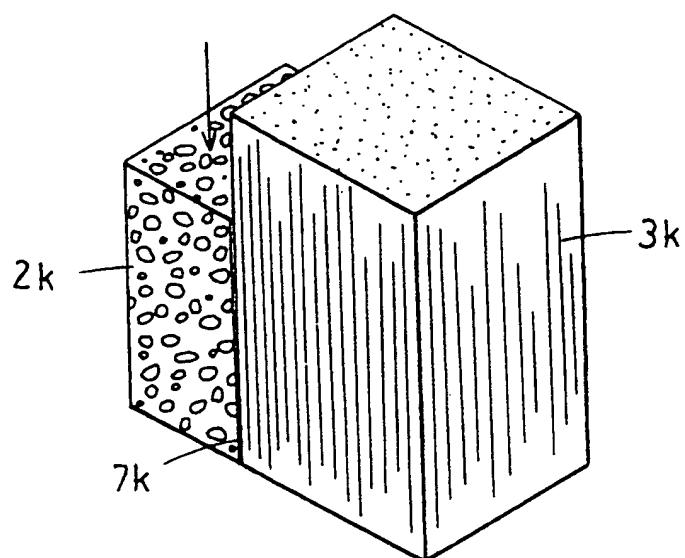


Fig.17

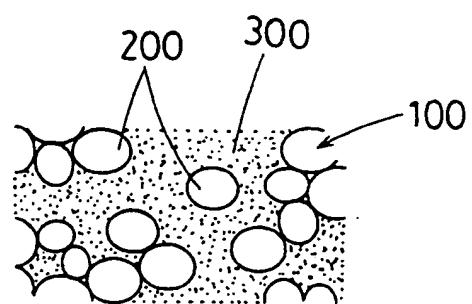
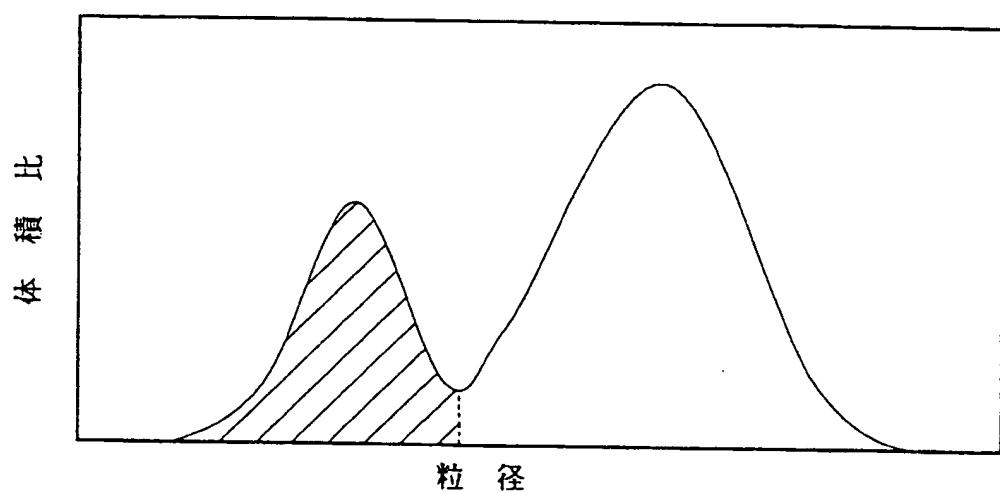


Fig.18



符号の説明

1 a, 1 b, 1 c, 1 d, 1 e, 1 f, 1 g, 1 h, 1 i, 1 j 複合材料

2 a, 2 b, 2 c, 2 d, 2 e, 2 f, 2 g, 2 h, 2 i, 2 k 芯層

2 2 充填材

2 3, 2 4, 2 6 充填材入り層（芯層形成材料層）

2 5 中間繊維補強層（芯層形成材料層）

3 a, 3 b, 3 c, 3 g, 3 h, 3 i, 3 k 表面層

5, 8 1 長繊維

7 h, 7 k 中間層

P 特異点

T 接線（特異点 P での接線）

8 7 樹脂含浸性シート状体

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP99/06747

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.C1⁷ B32B5/28, E01B3/44

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.C1⁷ B32B1/00-35/00, E04B3/44-3/46

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1940-2000

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1995

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 53-136703, U (TAKIRON CO., LTD.), 28 October, 1978 (28.10.78) (Family: none)	1-27
Y	JP, 53-121894, A (TAKIRON CO., LTD.), 24 October, 1978 (24.10.78) (Family: none)	1-27
Y	JP, 5-138797, A (NHK Spring Co., Ltd.), 08 June, 1993 (08.06.93) (Family: none)	1-27
A	JP, 4-284242, A (Nippon Steel Chemical Co., Ltd.), 08 October, 1992 (08.10.92) (Family: none)	1-27

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

- * Special categories of cited documents:
- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
03 April, 2000 (03.04.00)Date of mailing of the international search report
11.04.00Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. 7 B 32B 5/28, E 01B 3/44

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. 7 B 32B 1/00-35/00, E 04B 3/44-3/46

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1940-2000年
日本国公開実用新案公報 1971-1995年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 53-136703, U (タキロン株式会社) 28. 10 月. 1978 (28. 10. 78) ファミリーなし	1-27
Y	JP, 53-121894, A (タキロン株式会社) 24. 10 月. 1978 (24. 10. 78) ファミリーなし	1-27
Y	JP, 5-138797, A (日本発条株式会社) 8. 6月. 19 93 (08. 06. 93) ファミリーなし	1-27
A	JP, 4-284242, A (新日鐵化学株式会社) 8. 10月. 1992 (08. 10. 92) ファミリーなし	1-27

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 03.04.00	国際調査報告の発送日 11.04.00
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 川端 康之 電話番号 03-3581-1101 内線 3430